

---

This is the **published version** of the article:

Martinez Martinez, Andrea; Canet Pladevall, Roser. El dibuix a classe de ciències : una eina modelitzadora i avaluadora. juny 2019. 46 p.

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/211097>

under the terms of the  license

# El dibuix a la classe de ciències: una eina modelitzadora i avaluadora

**Facultat de Ciències de l'Educació**  
Universitat Autònoma de Barcelona

Tutors:  
Roser Canet Pladevall  
Jaime Garcia Bailén



**Andrea Martinez Martinez**

Treball de Final de Màster

LLIURAMENT: 5 Juny 2019

DEFENSA: 17 Juny 2019

*“El buen dibujo, como la buena preparación microscópica, son pedazos de la realidad, documentos científicos que conservan indefinidamente su valor y cuya revisión será siempre provechosa, cualesquiera que sean las interpretaciones a que hayan dado origen.” – Ramón y Cajal*

En primer lloc m'agradaria agrair a l'Institut Ramón Berenguer IV de Santa Coloma de Gramenet per ser l'escenari dels meus primers passos com a docent. Moltes gràcies a tots els professors i en especial al Jaime Garcia pel seu consell, paciència, guia i supervisió durant tota l'estada al centre. Als i les alumnes per fer-me sentir còmoda, ajudar-me i acompanyar-me durant totes les classes que hem fet juntes.

En segon lloc, donar les gràcies a la Roser Canet pel seu acompanyament i ajuda tant en la unitat didàctica com en aquest treball. Gràcies pels teus consells.

Per últim, agrair al Pol, el Guillem, l'Helena, el Jaume i la Maria per acompanyar-me durant tot Màster i el seu suport. En especial agrair al Marc per ser la meva mà dreta en tota aquesta aventura i el millor company de pràctiques que hagués pogut imaginar.

MOLTES GRÀCIES.

## ÍNDEX

<b>1. Introducció</b>	2
<b>2. Justificació de la tria</b>	2
<b>3. Marc teòric</b>	4
<b>4. Metodologia</b>	7
4.1. Context	7
4.2. Obtenció de dades	8
4.3. Procés d'anàlisi	9
<b>5. Resultats</b>	13
5.1. Quines dificultats tenen els alumnes per fer un dibuix esquemàtic d'una sinapsi després de la lectura d'un text científic que la descriu?	13
5.2. És la coavaluació o avaluació entre iguals una metodologia eficient per avaluar i com a tècnica formadora?	18
<b>6. Discussió</b>	23
6.1. Discussió dels resultats dels dibuixos realitzats després de la lectura d'un text científic.	23
6.2. Discussió dels resultats de l'anàlisi quantitativa de la coavaluació.	25
6.3. Discussió dels resultats de l'anàlisi qualitativa de la coavaluació.	26
<b>7. Conclusions</b>	27
7.1. Limitacions	29
<b>Referències</b>	30
<b>Annexos</b>	32

# 1. INTRODUCCIÓ

L'ús de textos en l'aprenentatge de ciències és un dels recursos més utilitzats avui en dia. Aquests textos normalment proporcionen de manera descriptiva la informació necessària per crear nous models mentals i modificar les idees prèvies de l'alumnat per aprendre els conceptes de ciències escollits. Molts d'aquests textos normalment venen acompanyats de imatges complementàries que permeten a l'alumnat visualitzar allò que es descriu de manera més senzilla i comprendre la informació del text millor. Malgrat això, moltes vegades és necessari l'ús d'altres tipus de sistemes de comunicació més enllà del llenguatge visual per complementar aquest aprenentatge. Un bon exemple és l'ús de llenguatge visual en forma de dibuixos, que igual que qualsevol altre tipus de llenguatge, ha de ser après i ensenyat en classe de ciències.

L'ús de les imatges ens permet representar idees sobre certs aspectes inaccessibles per la nostra percepció, ja sigui a gran o petita escala. A més, les classes de ciències ens permeten determinar les representacions mentals de l'alumnat sobre un aspecte en concret i els conceptes als quals se'ls dona més importància.

En aquest treball s'han unit ambós (el llenguatge verbal i el llenguatge visual) per dissenyar una activitat d'aprenentatge sobre la sinapsi neuronal al nivell de tercer de l'ESO després d'observar durant la intervenció docent a l'IES Ramon Berenguer IV de Santa Coloma de Gramenet la dificultat de l'alumnat en comprendre textos amb llenguatge científic i utilitzar posteriorment aquest llenguatge.

L'activitat s'emmarca dins la unitat didàctica sobre el sistema nerviós i consisteix en la lectura d'un text descriptiu de la sinapsi i la realització d'un dibuix o un esquema que representi els trets essencials descrits en el text anterior.

De manera complementària s'ha estudiat l'avaluació entre iguals o coavaluació (tenir en compte que en el context d'aquest treball ambdues expressions s'utilitzaran com a sinònims). Aquesta metodologia avaluativa es basa en donar la responsabilitat a un o una estudiant d'avaluar a un dels seus companys. En aquest cas, l'objecte d'estudi on es s'ha dut a terme un procés de coavaluació han sigut els dibuixos comentats anteriorment. Aquest estudi pretén determinar els possibles avantatges i les principals limitacions d'aquesta metodologia com a tècnica avaluativa formativa i formadora.

## 2. JUSTIFICACIÓ DE LA TRIA

Segons explica Neus Sanmartí al seu llibre "Aprendre ciències tot aprenent a escriure ciència" (Sanmartí, 2003) el dibuix és una eina que permet ampliar el camp comunicatiu i comunicar ciències amb un llenguatge molt més visual. Això va fer que a la unitat didàctica després d'observar la dificultat de l'alumnat de l'institut Ramon Berenguer IV per expressar-se amb l'escriptura, es plantegés una activitat que consistia a dibuixar a partir de la lectura d'un text que descriu la sinapsi neuronal (Veure *Annex 1*). En aquest cas, el dibuix és una eina que ens permet visualitzar i descriure l'estructura interna i les parts que componen certs elements científics Marquez (2002) en aquest cas la cèl·lula especialitzada del sistema nerviós, la seva estructura i com aquestes interaccionen entre si.

L'objectiu inicial d'aquesta activitat era proporcionar informació a l'alumnat per un mitjà diferent a la transmissió clàssica i unidireccional del professor, promovent la lectura. Aquest fet permet reforçar l'autonomia de l'alumnat, la comprensió lectora i la capacitat de traslladar el nou coneixement a un dibuix. El text va ser específicament analitzat, escollit i adaptat tenint en compte el background i les característiques de l'alumnat observades amb anterioritat. Quan es va plantejar l'activitat, la reacció de l'alumnat va ser bastant homogènia: tots ells i elles es van mostrar inquiets, reacis i molt preocupats amb la dinàmica de l'activitat. Vista aquesta reacció, la primera premisa que es va donar va ser la de llegir el text de manera detinguda i marcar aquelles paraules que no s'entenen. Les paraules que finalment la majoria dels alumnes van subratllar van ser el lèxic específic del sistema nerviós, i més concretament de les parts neuronals i l'estructura de la sinapsi. Justament l'aprenentatge d'aquestes paraules va ser un dels objectius inicials de l'activitat.

Després d'aquesta primera lectura es va animar als alumnes que intentessin representar el que havien llegit fent un dibuix. En aquest moment la gran majoria de nois i noies van comentar que no podien dibuixar alguna cosa de la qual no sabien la forma. Tenint en compte això, i que Harlen (2001) citat a Marquez (2002) determina que per què el dibuix pugui ser representat els alumnes han de conèixer la forma general de l'objecte o organisme, quan es va preparar la sessió es va considerar la dificultat d'abstracció d'una forma a partir d'una descripció si no existeix una idea prèvia amb anterioritat i es va incloure una imatge complementària al text d'una neurona amb les seves parts. Un cop solucionat aquest aspecte tots els alumnes van intentar representar allò que havien llegit (molts més d'una vegada) però molts d'ells i elles postulaven que no tenien capacitat per dibuixar (de manera artística) i, per tant, no podien dur a terme aquesta activitat. Aquests comentaris van fer preguntar-me: Quina és la diferència entre un dibuix artístic i un dibuix científic? És el dibuix científic una eina útil per consolidar coneixement nou i formar nous models mentals per a tot l'alumnat, fins i tot aquell que té poques capacitats plàstiques? Tenen alguna avantatge les activitats de dibuix científic respecte a les activitats descriptives?

D'altra banda, en aquesta mateixa sessió de classe quan els alumnes van acabar de representar la sinapsi, es van posar en comú els dibuixos que s'havien fet i es va presentar un esquema "model" de la sinapsi on apareixen tots els elements imprescindibles que s'anomenaven al text i s'havien de dibuixar (Veure Annex 2).

Posteriorment, es va plantejar una avaluació entre iguals o coavaluació en què un alumne havia de posar la nota al dibuix d'un dels seus companys assignat a l'atzar amb l'ajuda d'una rúbrica. Aquesta activitat avaluativa va despertar un clima a l'aula de responsabilitat i curiositat. A més, molts alumnes van verbalitzar que gràcies a aquesta correcció s'havien adonat dels errors del seu propi dibuix i els havia ajudat a aprendre. Per tant, aquesta activitat em va permetre observar el potencial de la coavaluació o avaluació entre iguals com una tècnica tant formadora com formativa amb un gran potencial. Aquest fet em va fer preguntar-me quins avantatges té la coavaluació respecte l'avaluació tradicional? Com es pot utilitzar la coavaluació per modificar les idees prèvies errònies dels alumnes o millorar els seus models mentals d'un aspecte concret?

En definitiva, durant només una sessió de 50 minuts vaig poder comprovar diversos aspectes:

- La necessitat de promoure la lectura de textos científics, de comunicar la importància d'aquests i ensenyar als alumnes a com fer una lectura eficient i crítica d'aquests.

- La importància del dibuix científic i la necessitat de formar tants als professors com als alumnes del potencial d'un bon dibuix científic per formar idees noves i construir nous models mentals.
- El gran potencial de la coavaluació per promoure la responsabilitat de l'alumne envers a l'assignatura i millorar l'aprenentatge de les idees claus i la construcció del model mental.

Tenint en compte tot allò esmentat anteriorment s'han determinat dos objectius principals per aquest treball:

- Valorar quines són les dificultats de l'alumnat per fer un dibuix esquemàtic d'una sinapsi a partir de la lectura d'un text científic descriptiu.
- Determinar si la coavaluació dels dibuixos és una tècnica efectiva per l'aprenentatge.

En definitiva les preguntes que es volen intentar respondre són :

- Quins són els conceptes que els alumnes han traslladat de manera més eficient desde la lectura del text a la representació en forma de dibuix?
- Quins conceptes de la sinapsi són els que apareixen amb més dificultat a les representacions de l'alumnat a partir de la lectura del text?
- Quins són els aspectes que han tingut més importància per als alumnes a l'hora d'avaluar els dibuixos dels seus companys?
- Hi ha diferències significatives entre la nota que determinen els alumnes a la coavaluació i la nota que determina el professor? A què poden ser donades?

En resum, durant aquest treball s'intentaran validar dues hipòtesis:

Per una banda, que la lectura d'un text científic i el posterior dibuix dels conceptes que en aquest es descriuen és una manera eficient de transmetre el coneixement i poder adquirir-lo per formar nous models mentals; i d'altra banda, que la coavaluació o avaluació entre iguals és una tècnica eficient per millorar la comprensió de certs conceptes per part de l'alumnat, adonar-se dels seus errors i modificar certes idees prèvies en concret.

### **3. MARC TEÒRIC**

Tenint en compte els objectius d'aquest treball, s'ha fet una cerca inicial de les possibles dificultats de l'alumnat en la lectura de textos científics, els avantatges i les dificultats de l'ús del dibuix i les imatges en la didàctica de la ciència i el potencial de l'avaluació entre iguals com a tècnica formadora per a l'alumnat.

Les imatges en ciències són imprescindibles ja que ens permeten representar entitats reals inaccessibles a la nostra percepció tant a petita com a gran escala. Així, l'il·lustració científica ha acompanyant al llenguatge verbal desde l'inici i durant tot el desenvolupament de les ciències naturals; tanmateix per ser capaços de comunicar el coneixement científic mitjançant el llenguatge visual és necessari que aquest s'apregui i s'ensenyi a les classes de ciències. (Grilli, Laxargue i Barboza, 2015)

Segons la teoria dels models mentals de Johnson-Laird (Johnson-Laird, 1980 citat a Gomez Llombart i GavidiaCatalán, 2015) es considera que la ment humana opera amb 3 tipus de representacions mentals: les proposicions que són representacions expressables verbalment, els models mentals que són la base que sustenta les proposicions i les imatges que corresponen a vistes del model mental com a resultat de la percepció i la imaginació. Per tant, gràcies a les representacions de l'alumnat es poden estudiar quin és el seu model mental d'un concepte científic en un moment concret.

Segons Ainsworth, Prai i Tyler (2011) hi ha 5 raons per les quals el dibuix hauria de ser un element clau en l'aprenentatge de ciències:

1. El dibuix permet millorar el compromís i la motivació de l'alumnat amb les ciències. Molts alumnes es troben desmotivats amb les ciències perquè s'utilitzen metodologies que els fan adoptar un rol passiu, el dibuix permet millorar aquest aspecte.
2. Permet aprendre a representar ciències. Això permet que els alumnes entenguin el funcionament de certs aspectes i per què serveixen.
3. El dibuix com a eina per raonar sobre ciències. Es poden produir diferents representacions per explicar un fenomen que permeten veure en quin aspecte del model es centren els alumnes.
4. Dibuix com a eina d'aprenentatge. Permet organitzar el coneixement de manera més eficient i transformar les idees prèvies alhora que s'integra coneixement nou.
5. El dibuix com a eina de comunicació. Els estudiants representen el seu pensament de forma específica i explícita i permet clarificar allò que no és correcte.

Consistent amb aquesta teoria altres estudis (Marquez, 2002; Marquez i Bach, 2007) determinen que dibuixar en la classe de ciències és efectiu per millorar l'observació, la comunicació de les idees, ajuda a recordar aquestes idees i millora la modelització. D'altra banda, el dibuix permet representar conceptes científics abstractes que normalment produeixen dificultats per visualitzar-les i comprendre-les (Brooks, 2009).

A més a més, el dibuix també és considerat una eina avaluadora sempre que es pugui comparar amb produccions durant tota una seqüència. (Glynn, 1997 citat a Gomez Llombart i GavidiaCatalán, 2015; Grilli, Laxargue i Barboza, 2015). Tot i això, Lerner (2007) postula que el dibuix és una tècnica institucional eficient sempre que pugui portar-se més enllà d'una simple còpia dels models existents. Segons Harlen (2001) citat a Marquez (2002), perquè el dibuix sigui una eina efectiva i eficient, els alumnes han de saber: el propòsit del dibuix, la forma general de l'objecte i organisme, s'ha d'escollir el material més adequat per al propòsit del dibuix i s'han de tenir en compte les idees prèvies que poden influir en el dibuix.

Tenint en compte això, s'ha volgut cercar l'existència d'estudis en què s'avaluï l'ús del dibuix com a descripció o representació en classe de ciències. Gomez Llombart i GavidiaCatalán (2015) comparen la diferència entre el llenguatge visual i l'escrit a l'hora de fer una descripció en ciència i determinen que el dibuix facilita la incorporació d'informació obtinguda en processos observacionals. A més, conclouen que el dibuix és molt més representatiu del model mental de l'alumnat que la descripció. D'altra banda, Gobert i Clement (1999) van dur a terme un estudi en el qual comparaven les diferències entre la generació de diagrames (dibuixos o representacions visuals) respecte a la generació de



resums després de la lectura d'un text. Els autors conclouen que ambdues tasques són bones representacions del text tot i que la representació gràfica permet la formació d'una representació mental del model més rica. A més, aquestes troballes són consistents amb la teoria de Van Dijk i Kintch's (1983) (citat a Gobert i Clement, 1999) en què es demostra que dibuixar per aprendre és efectiu per una gran varietat d'estudiants fins i tot aquelles persones amb dificultats a la lectura.

Pel que fa la lectura, està demostrat que és un dels recursos més utilitzats a les classes de ciències, ja que gràcies al seu poder epistèmic, permet aprendre vocabulari i les formes de parlar en ciència i permet comparar punts de vista amb els altres. La lectura a les classes de ciències implica la construcció de significat a partir d'un text, és a dir, on el lector de manera activa uneix el text amb els seus coneixements i creences i el món exterior (Marbá, Marquez i Sanmartí, 2009). Tot i ser un recurs molt utilitzat, la lectura de textos científics no és una font d'obtenció de coneixement gaire popular en els alumnes ja que els causa moltes dificultats. Alguns escriptors com Lemke (1997) consideren que la comprensió d'un text científic té una dificultat similar a la de comprendre una llengua estrangera. Una possible causa d'això és el fet que el llenguatge científic té unes característiques molt determinades: és abstracte, precís, rigorós, formal i impersonal. Això fa que per comprendre un text científic normalment sigui necessari utilitzar coneixements previs per entendre el missatge, ja que el procés de descodificació del text pot ser molt complicat per l'alumne si no té més referències (Marquez i Prat, 2005). Conseqüentment amb això Maturano, Soliveres i Macias (2002) determinen que una de les dificultats més freqüents dels alumnes a l'hora de llegir un text científic són les dificultats lèxiques ja que desconeixen el significat de les paraules usades del llenguatge. Per intentar disminuir aquestes dificultats, diversos autors proposen l'ús d'imatges complementàries als textos per conceptualitzar les idees científiques que es volen tractar (Marquez i Prat, 2005; Sanmartí, 2011).

Respecte a l'avaluació entre iguals, aquesta està definida per un procés en el qual els estudiants realitzen una anàlisi i una valoració sobre les actuacions i produccions d'un altre estudiant (Brew 2003 citat a Rodríguez, Ibarra i García, 2013). Aquest terme i la coavaluació són termes confusos considerats en certs contextos sinònims (Rodríguez, Ibarra i García, 2013). Segons Prins, Sluijsmans, Kirshner i Strijbos (2005) es pot considerar aquest tipus d'avaluació com una de les formes més efectives per promoure la col·laboració i la cooperació entre els estudiants. A més, diversos estudis (Wen i Tsai, 2006; Hammersley-Fletcher i Orsmond, 2004) evidencien un gran nivell de satisfacció per part dels estudiants cap aquest procés d'avaluació on destaquen:

- millora de processos i productes d'aprenentatge, ja que ajuda a estructurar l'aprenentatge, incrementa el rendiment i és un incentiu per millorar el treball en grup i propi.
- Permet el desenvolupament d'estratègies interpersonals com poden ser un major grau d'empatia i competències relacionades amb el treball en equip i la cooperació. (Hanran i Isaacs, 2001).
- Millora la capacitat de realitzar judicis i avaluar.
- Desenvolupa competències com el pensament crític, la capacitat de discussió, estratègies reflexives, crítiques i potència l'autonomia.

D'altra banda un dels focus d'interès de les investigacions en aquest tipus de tècnica és assegurar la fiabilitat, és a dir, el grau de coincidència en les avaluacions de diferents

estudiants i la validesa que s'entén com el nivell de similitud respecte l'avaluació realitzada pels docents. (Ibarra, Rodríguez i Gómez, 2012)

Tanmateix, Pond, Ul-Haq i Wade (1995) determinen que alguns motius de les discrepàncies entre les puntuacions del professorat i els estudiants són: la sobrevaloració per relacions d'amistat, falta de diferenciació d'individus en un grup i el benefici d'algunes persones dins d'un treball en grup per la feina d'altres. Aquestes discrepàncies disminueixen la validesa d'aquesta tècnica. A més Fallows i Chandramohan (2001) afegeixen com a dificultats la necessitat de domini conceptual de la matèria per part de la persona avaluadora i les condicions pel que fa a normes i recursos de les institucions per dur a terme aquest tipus de tècnica.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Context**

Aquest estudi està basat en els resultats obtinguts en una activitat continguda en una unitat didàctica sobre el sistema nerviós i la funció de relació al curs de tercer de l'ESO de l'institut Ramon Berenguer IV de Santa Coloma de Gramenet (RB4).

L'RB4 és un institut de grans dimensions situat al barri de Singuerlín el qual està bastant llunyà al centre de la ciutat i molt proper a la muntanya de la Serra de la Marina. El centre acull uns 800 alumnes entre l'ESO i Batxillerat cada curs escolar. Aquests alumnes estan distribuïts en 6 grups-classe de 20 alumnes a primer de l'ESO (ja que aquest curs les assignatures estan plantejades en forma de projectes) i 4 grups-classe d'unes 30 persones als altres cursos de l'ESO. El batxillerat s'ofereix en totes les modalitats (científic, tecnològic, humanístic, social, d'arts plàstiques i d'arts escèniques) distribuïdes en 3 classes d'uns 35 alumnes cada curs.

En general l'RB4 està considerat un centre amb grau de complexitat mitjana. Però tenint en compte les observacions que s'han fet caldria considerar si podríem parlar d'un institut de complexitat alta; tenint en compte la gran mobilitat del professorat (en aquest curs escolar un 60% del claustre és novell), l'alt percentatge de PI (un 10%), el baix índex de participació de les famílies i un nivell d'abandonament escolar considerable (un 70% de l'alumnat es gradua). El perfil de l'alumnat que s'observa en aquest institut és bastant homogeni, ja que gairebé tots els alumnes són autòctons del barri de Singuerlín o de barris propers de Santa Coloma. Aquest fet pot ser degut a la situació geogràfica de l'institut i la poca accessibilitat d'aquest. Aquests alumnes, en general, tenen una actitud bastant distant amb la funció docent i desmotivació acadèmica bastant marcada. Fins aquest curs escolar no hi havia presència d'alumnes nouvinguts a cap dels cursos de l'ESO però avui en dia el centre compta amb 10 alumnes de procedència estrangera (del Pakistan i la Xina principalment) amb bastantes dificultats d'idiomes que justament es troben a tercer de l'ESO.

Als grups-classe on s'ha implementat la unitat didàctica que emmarca l'objecte d'estudi d'aquest treball trobem certa heterogeneïtat pel que fa a la motivació de l'alumnat, però predomina una actitud bastant distant, escèptica i de poc interès per les ciències i, en concret, per l'assignatura de Biologia. En relació al nivell basal, es podria considerar un

nivell estàndard (tenint en compte les puntuacions a les competències bàsiques) amb algunes diferències entre individus que podem considerar anecdòtiques. A més, cal mencionar que els alumnes solen ser poc autònoms i molt dependents del llibre. En aquest curs es duen a terme 3 sessions de biologia per setmana, una amb el grup sencer i les altres al laboratori només amb la meitat de la classe.

Aquesta unitat didàctica té una durada d'unes 10 sessions en què es planteja un cas d'una persona que ha tingut un accident i gràcies als coneixements que es van adquirint sobre la funció de relació i l'estructura i funcionament del sistema nerviós es van resolent les causes i les conseqüències d'aquest accident. Durant aquestes sessions l'aprenentatge va ser guiat per fitxes de material original dissenyat pels docents i el llibre només va ser útil com a material de suport.

Les sessions estan plantejades com mini-cicles d'aprenentatges i, per tant, en una hora de classe s'intenten encabir com a mínim una activitat d'exploració, una de construcció de coneixement i una última de síntesi. L'activitat de transferència es duu a terme a l'última sessió de l'activitat didàctica.

L'esquema principal que segueix aquesta unitat didàctica és el següent:

- Sessió 1: Presentació del cas i activitat d'exploració. Estudi de la funció de relació basat en el model d'estímul-resposta.
- Sessió 2: Construcció del model de neurona i sinapsi a partir de la lectura d'un fragment d'un article divulgatiu.
- Sessió 3: Construcció del model de moviment voluntari i moviment reflex a partir d'un vídeo i l'explicació del docent.
- Sessió 4: Transferència del model estímul-resposta a cadascun dels sentits del cos humà a partir d'una activitat cooperativa amb eines digitals.
- Sessió 5: Sessió sobre alcohol i drogoaddicció a partir d'un debat.
- Sessió 6: Taula rodona en la qual es tracten les malalties mentals i les emocions.
- Sessió 7: Activitat de transferència que consisteix en resoldre un nou cas pràctic amb tot el coneixement obtingut a les anteriors sessions.
- Sessió extra: Sessió de laboratori en què es treballa el model d'estímul-resposta i el funcionament dels receptors.

La sessió en què es basa aquest estudi és la sessió número 2 que consisteix en l'estudi de la neurona i la sinapsi neuronal a partir de la lectura d'un fragment d'un article divulgatiu en què es descriu tant la morfologia com el mecanisme de comunicació neuronal. A partir d'aquesta descripció els alumnes van haver de dibuixar la sinapsi entre dues neurones i posteriorment, es va procedir a una coavaluació en què cada alumne tenia la responsabilitat d'avaluar a un company a partir d'una rúbrica.

#### **4.2. Obtenció de dades**

Com ja s'ha comentat anteriorment, al llarg de la unitat didàctica els alumnes han anat omplint les fitxes del dossier en què es basava aquesta unitat didàctica que, posteriorment, van haver d'entregar. L'obtenció de dades d'aquest estudi es basa en el material de la sessió 3 lliurat pels alumnes un cop finalitzat el període d'estudi del sistema nerviós.

La mostra per aquest estudi ha sigut un conjunt de 72 alumnes ( 34 noies i 38 nois) de 3r d'ESO de les classes A, B, C i D (els grups classe B i C van tenir-me a mi com a docent principal i les altres dues classes al meu company de pràctiques).

La fitxa de l'alumne de la qual s'han obtingut les dades consta de dues *parts* (*veure Annex 1*):

En la primera cara trobem un text de divulgació científica dissenyat pels docents que han impartit la unitat didàctica basat en una versió reduïda adaptada per en Jordi Domenech (Domenech, 2015) de l'article publicat a la revista GAIA "De amores y de odios (y de miedo también): lo que se esconde detrás de la emoción". Gaia-Revista Digital Profes-net (ISSN 1573-3778) (2011). En aquest text es descriu tant la morfologia com la fisiologia de les cèl·lules del sistema nerviós, les neurones, i el funcionament de la comunicació entre dues d'aquestes cèl·lules, és a dir, com es produeix la sinapsi. A més, trobem una imatge complementària d'una neurona amb les seves parts principals, ja que és complicat abstraure una figura a partir d'una descripció si mai s'ha vist la seva morfologia.

A la segona cara trobem l'activitat que els alumnes van haver de realitzar després de la lectura d'aquest text. Es demana als alumnes que representin de manera esquemàtica una sinapsi neuronal entre dues neurones i que indiquin les parts principals d'aquesta connexió. Com a ajuda extra es va comentar que les parts que havien d'aparèixer eren les paraules que apareixen en negreta en el text.

Posteriorment es van intercanviar els dibuixos de les neurones i, amb ajuda d'una rúbrica dissenyada pels professors i d'un esquema de sinapsi en què es mostrava tots els elements claus que es demanaven (*veure Annex2*), els alumnes van haver de decidir una puntuació de l'esquema del seu company (de l'1 al 4, sent 1 la puntuació més baixa i 4 la màxima puntuació). A més, havien d'escriure un comentari de millora o una justificació de per què s'havia decidit posar aquesta puntuació.

### **4.3. Procés d'anàlisi**

Amb totes aquestes dades obtingudes s'han fet diversos anàlisis tant qualitatives com quantitatives per intentar respondre dues preguntes:

- Quines dificultats tenen els alumnes per fer un dibuix esquemàtic d'una sinapsi després de la lectura d'un text científic que la descriu?
- Quins aspectes positius i quines limitacions té l'avaluació entre iguals per l'aprenentatge i la pròpia avaluació dels alumnes?

#### **4.3.1. Estudi de dibuixos a partir de la lectura**

Per intentar trobar una resposta significativa a la primera pregunta proposada es va dur a terme una anàlisi quantitativa dels dibuixos obtinguts per l'alumnat en la lectura del text. Per poder fer-ho es van definir els elements d'estudi d'aquests dibuixos basats en les 6 paraules en negreta del text que era necessari que apareguessin al dibuix (soma, axó, dendrites, impulsos nerviosos, sinapsi i neurotransmissors) i en la disposició en què estan connectades les neurones i quantes connexions apareixen. Així, es van arribar a les següents categories d'estudi:

Neurones que apareixen al dibuix		Disposició connexió neuronal			Parts neuronals		
1 neurona	2 neurones	Axó- Axó	Axó-dendrites	Dendrites-dendrites	Soma	Axó	Dendrites
Elements de la sinàpsi							
Espai sinàptic		Neurotransmissors	Impuls nerviós	Número de connexions sinàptiques		Elements extra	
S'anomena	Es dibuixa			Una connexió	Dues connexions		

Taula 1. Taula de buidatge de la informació extreta dels dibuixos

Un cop determinades les característiques d'anàlisi dels dibuixos es va procedir a observar una per una les 72 mostres obtingudes per així poder comptabilitzar-les. Per tal que posteriorment fos més còmode recomptar en quants dibuixos s'havia observat cadascuna de les característiques, quan en un dibuix s'observava una de les categories s'assignava un 1 i si una característica no apareixia es posava un zero. Així, el número 1 vol dir "existeix en el dibuix" i el 0 "no existeix en aquest dibuix". A l'Annex 4es pot veure la graella completa.

Un cop buidada tota la informació es van comptar en quantes mostres havia aparegut cadascuna de les característiques categoritzades i es van fer taules més petites que permetessin comparar les dades que responen a les següents qüestions:

- L'alumnat dibuixa 1 o dues neurones.
- L'alumnat disposa les neurones a la sinapsi de manera correcta.
- L'alumnat identifica correctament les parts neuronals.
- L'alumnat identifica correctament els elements claus de la sinapsi.
- Quantitat de connexions neuronals predominants.

Aquesta informació permetrà determinar quines idees clau del text són les que predominen en els dibuixos i quins elements i idees del text són més difícils d'extreure i, per tant, apareixen de manera errònia en els dibuixos o no apareixen.

#### 4.3.2. Estudi del procés de coavaluació o avaluació entre iguals

Com ja s'ha comentat anteriorment, després de dibuixar els esquemes de la sinapsi es van intercanviar els dibuixos i es va dur a terme una coavaluació o una avaluació entre iguals en què els alumnes amb ajuda d'una rúbrica i un exemple de dibuix "perfecte" (en que apareixen tots els elements clau) havien de puntuar i escriure propostes de millora als dibuixos dels seus companys.

Amb les dades obtingudes d'aquest procés de coavaluació s'han fet dos estudis diferents:

- a) Un estudi quantitatiu de la diferència entre la nota que cada dibuix ha obtingut en l'avaluació entre iguals i la nota posterior del docent "expert".
- b) Un estudi qualitatiu dels conceptes als que els alumnes donen més importància a l'hora de puntuar als seus companys.

##### 4.3.2.A. Estudi quantitatiu de la coavaluació

Per dur a terme aquesta part de l'estudi s'ha fet un buidatge de les notes de la coavaluació i les notes posteriors obtingudes per la correcció del professor en una taula amb el següent format:

Nom de l'alumne	Nota coavaluació	Nota docent

*Taula 2. Taula resum de les notes dels dibuixos d'estudi*

*\*Veure taula completa a l'Annex 5*

Per fer aquest estudi es van haver de descartar dues de les mostres, ja que en ambdós casos faltava la nota de la coavaluació i, per tant, no s'ha pogut dur a terme la comparació. En conclusió s'ha comptat amb 69 mostres vàlides per a l'estudi.

Després d'obtenir les notes es va dissenyar una segona taula en la qual es recomptaven quantes mostres havien tingut una transició d'una puntuació a una altra i quantes es mantenien a la mateixa puntuació, tenint en compte les notes inicials i les posteriors.

### EVOLUCIÓ NOTES COAVALUACIÓ

2-1	2-2	3-2	3-3	4-3	4-2	4-4	3-4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

*Taula 3. Taula de buidatge de l'evolució de les notes de la coavaluació.*

*\*Taula completa a l'Annex 3*

A partir d'aquestes dades s'ha dissenyat un gràfic inspirat en la figura 5 de l'article Domenech-Casal (2018) en què es representen les 4 possibles qualificacions en 4 àrees diferents de més petita a més gran (No assolit, Assolit Suficientment, Assolit Notablement i Assolit excel·lentment. En cada àrea consta el número de mostres qualificades amb aquesta puntuació inicialment i finalment i mitjançant fletxes s'ha representat el moviment de mostres que han passat d'una àrea a una altra. Així, ens podem fer una idea de l'evolució de les notes quantitatives dels dibuixos de les sinapsis i les diferències entre les dues notes depenent de qui sigui l'avaluador.

Tot i que el gràfic que s'ha obtingut ens dona informació de l'activitat faltaria saber com determinen els alumnes una nota o una altra i en quins aspectes fan més èmfasi per puntuar els dibuixos dels seus companys. Per determinar això es va dur a terme un segon estudi:

#### 4.3.2.A. Estudi qualitatiu de la coavaluació

Igual que en l'estudi anterior s'han descartat dues mostres perquè no van poder ser coavaluades i només comptaven amb la nota del docent. Per tant, s'han comptat amb 69 mostres vàlides per aquest estudi.

En aquest estudi s'ha fet un buidatge dels criteris que han seguit els alumnes per puntuar els dibuixos dels companys en la coavaluació basant-se principalment en els comentaris de millora i els elements presents o que falten dels dibuixos avaluats. Per fer-ho, en primer lloc es va determinar quines mostres tenien un comentari de millora o una justificació de la nota que s'havia determinat i quins d'aquests comentaris són rellevants. S'ha quantificat posant un 1 si hi havia un comentari i 0 si no hi havia. Considerem un comentari rellevant aquell en el qual apareix de manera clara un o diversos errors del dibuix i/o com millorar-los, o bé, una justificació clara de per què s'ha decidit una puntuació en concret. D'altra banda, considerem un comentari no rellevant aquells que només fan referència a la presentació o les habilitats de dibuix del company.

Per determinar com s'han avaluat els conceptes clau del dibuix s'ha confeccionat una taula on apareixen tots els conceptes clau i per cada mostra s'han puntuat aquests conceptes del 1 al 6 segons els criteris o característiques que s'han tingut en compte en la coavaluació:

- 1) El concepte està dibuixat i indicat de manera correcta i s'ha avaluat com a correcte.
- 2) El concepte està dibuixat de manera incorrecta o no està ben indicat el concepte i s'avalua com a incorrecte
- 3) El concepte està dibuixat de manera incorrecta o no està ben indicat i **no** es considera incorrecte.
- 4) El concepte està dibuixat i indicat de manera correcta i es considera incorrecte.
- 5) El concepte no apareix indicat i no està penalitzat en la nota.
- 6) El concepte no apareix indicat i es penalitza en la nota.

Per tant la taula obtinguda ha estat la següent:

NOM	Comentari	Comentari rellevant	Conceptes clau			
			Parts neuronals			
				Espai sinàptic	Neurotransmissor	Impuls nerviós
			Soma	Axó	Dendrites	

Taula 4. Taula de buidatge dels criteris de la coavaluació.

*\*Taula completa a l'Annex 6*

## 5. RESULTATS

### 5.1. Quines dificultats tenen els alumnes per fer un dibuix esquemàtic d'una sinapsi després de la lectura d'un text científic que la descriu?

Després de quantificar les 71 mostres obtingudes sota la premissa de dibuixar una sinapsi a partir de la descripció del text (veure Annex 1) podem observar que gairebé tots els alumnes han representat dues neurones interaccionant i només un 1% ha dibuixat només una neurona (dades representades a la Figura 1).

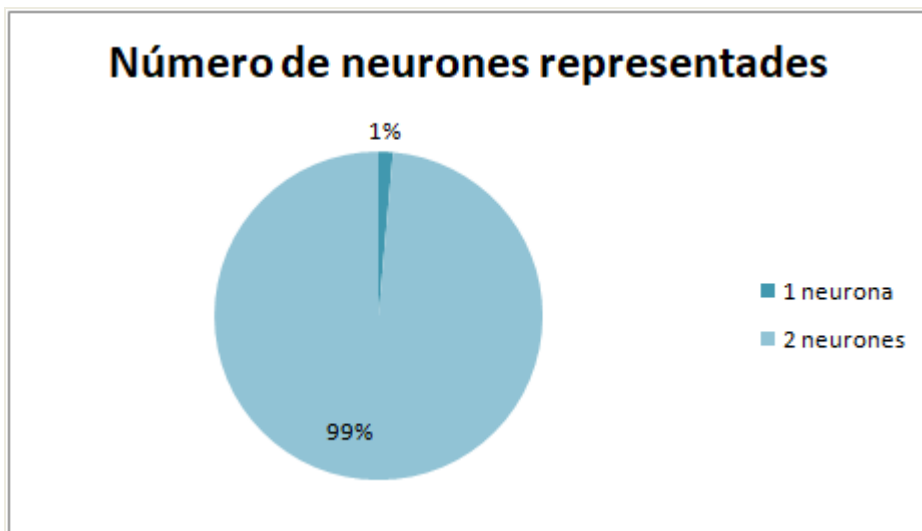


Figura 1. Número de neurones representades

A la Figura 2 es mostra el dibuix de la mostra que només ha dibuixat una neurona per esquematitzar la sinapsi.

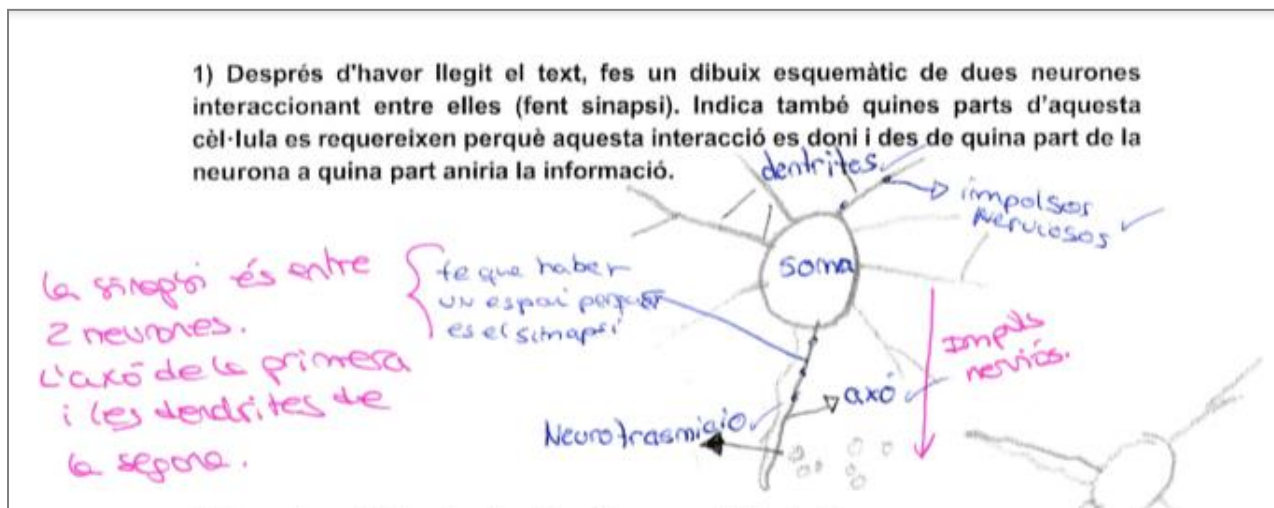
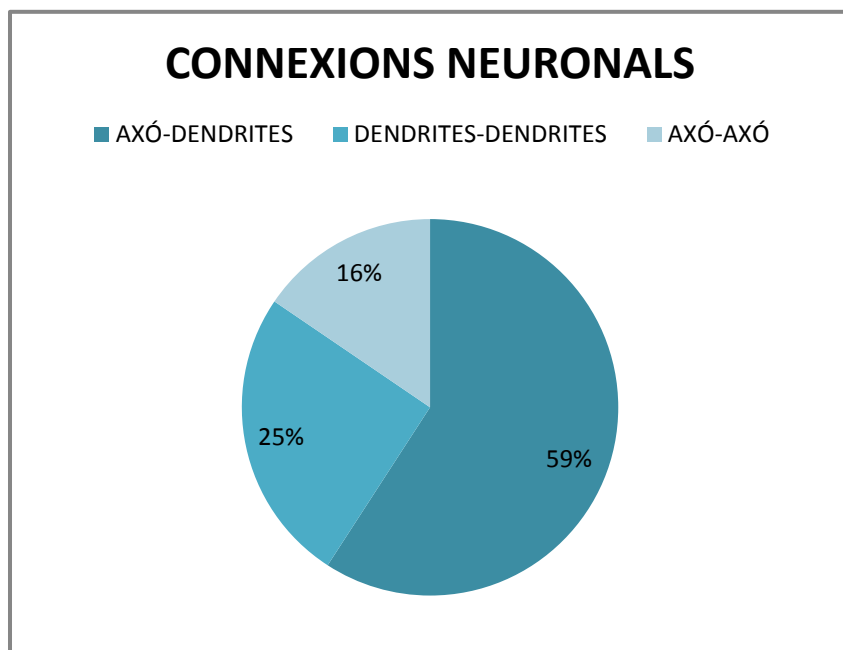


Figura 2. Mostra on només es veu una neurona representada.



Observant la *Figura 3* i la *Taula 5* podem veure que els alumnes que van dibuixar dues neurones en la sinapsi no tots van disposar-les de la manera correcta que indicava el text, és a dir connectant l'axó d'una neurona amb les dendrites de l'altre, sinó que hi ha un 41% que les ha disposat de manera diferent.

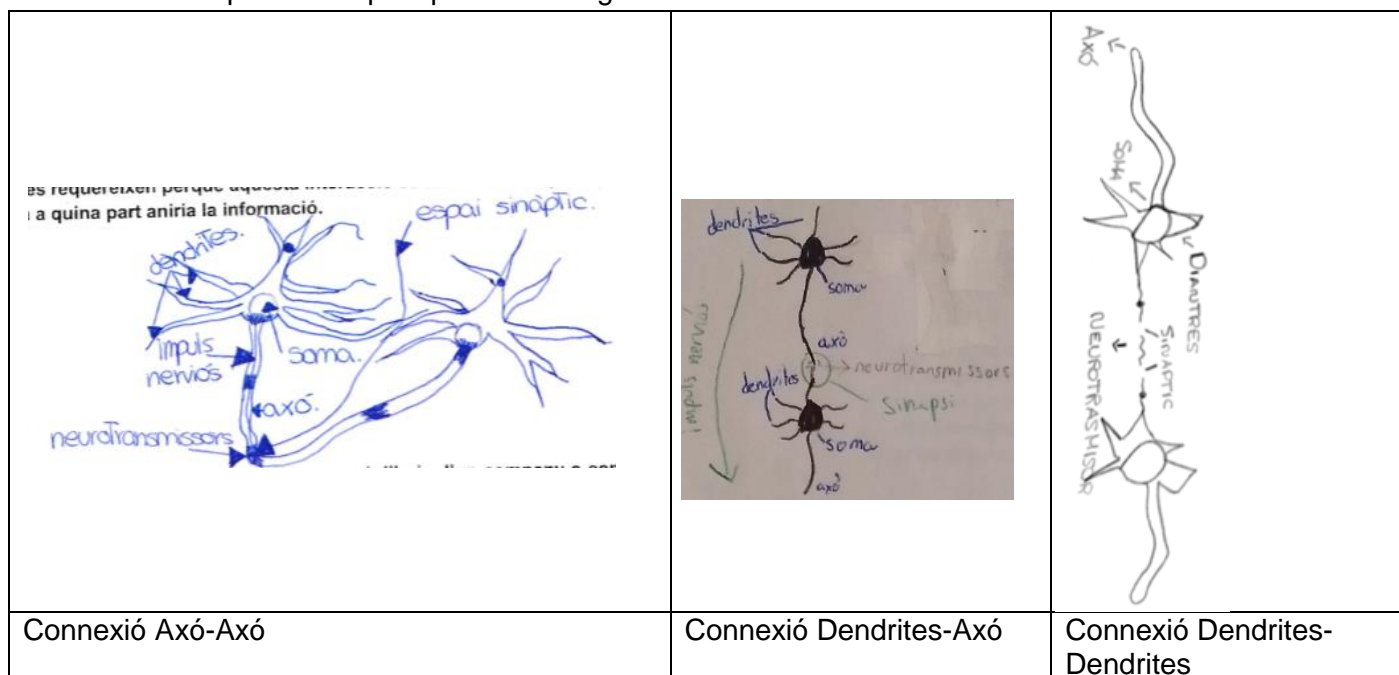


CONNEXIÓ NEURONAL	NOMBRE D'ALUMNES
AXÓ-DENDRITES	42
DENDRITES-DENDRITES	18
AXÓ-AXÓ	11

*Taula 5. Nombre d'alumnes que representen cada connexió neuronal*

*Figura 3. Representació de la disposició de les neurones connexions neuronals*

A més, a la *Figura 4* podem veure un exemple d'una mostra on es representen cadascuna de les disposicions que apareixen als gràfics anteriors.



*Figura 4. Exemples de diferents disposicions neuronals a la sinapsi*

A continuació es mostren a la *Figura 5* el nombre de persones que han dibuixat i identificat (han marcat el nom de manera correcta) cadascuna de les parts de la neurona. Veiem que gairebé tots els alumnes dibuixen i identifiquen correctament les parts de la neurona, segurament basant-se amb la imatge neuronal que acompanya al text.

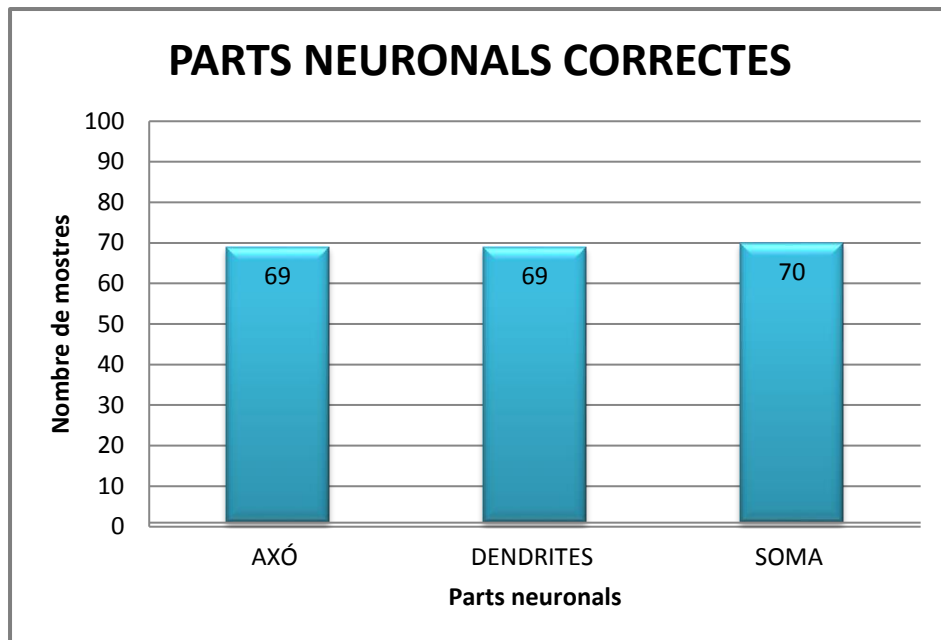


Figura 5. Nombre de mostres en què s'observen cada part neuronal correctament dibuixada i identificada.

A la Figura 6 s'ha fet la mateixa representació que a la figura anterior però amb els altres elements de la sinapsi que apareixien en negreta en el text. En el cas de l'espai sinàptic es fa una distinció de les mostres en les quals s'ha trobat correctament dibuixat (s'observa un espai) i aquelles en les quals està escrit el terme "espai sinàptic" però no necessàriament està ben representat. En aquest gràfic veiem que els alumnes han tingut més dificultats per reproduir els punts claus del text en el seu dibuix. L'impuls nerviós és el concepte menys representat, ja que només apareix correctament en el 20% de les mostres.

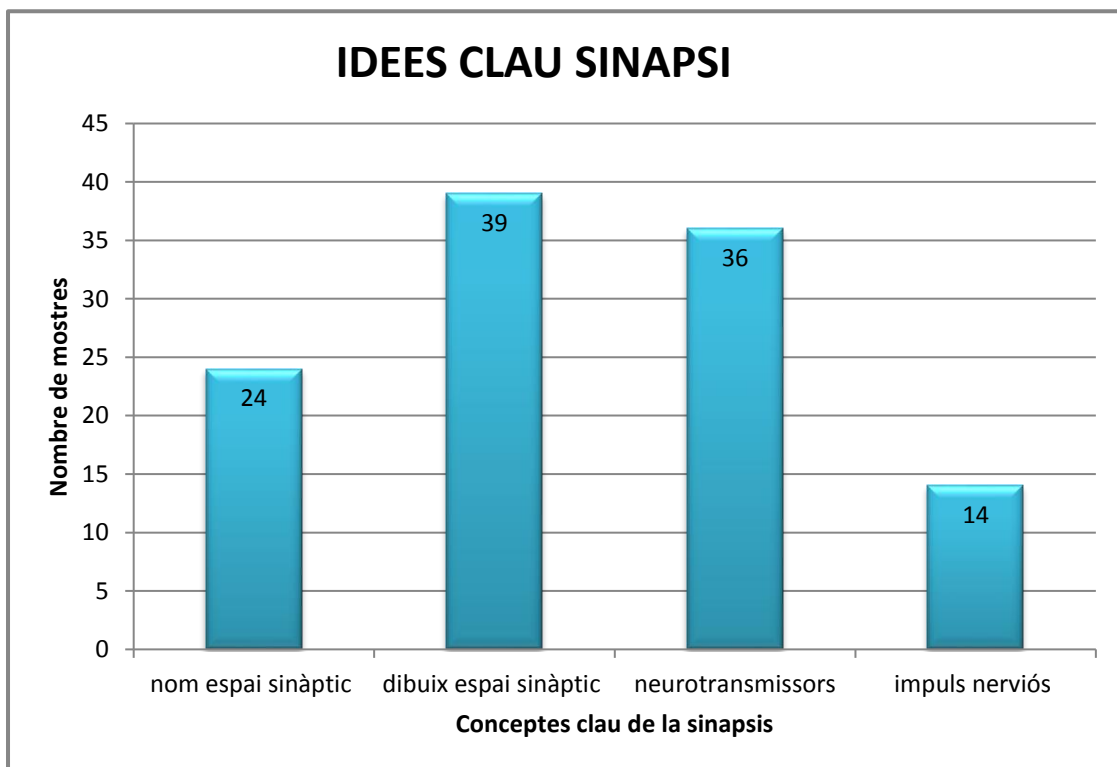
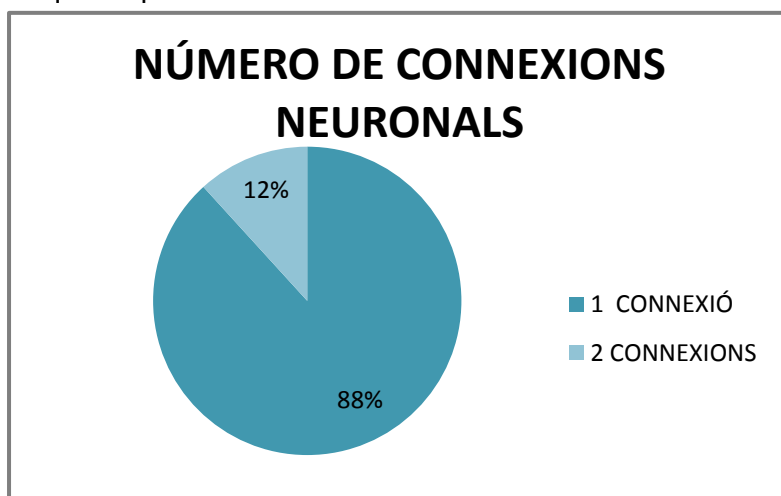


Figura 6. Nombre de mostres en les que es representa correctament cada idea clau de la sinapsi

Per últim, a la *Figura 7* veiem que la majoria de l'alumnat ha entès que la sinapsi és una connexió neuronal entre dues neurones i així ho representen (tot i que la connexió pot no estar disposada correctament). Tanmateix, un 12% representa més d'una connexió entre dues neurones; en algunes d'aquestes representacions apareixen ambdues connexions de manera correcta i altres representen connexions entre dendrites i dendrites a part de la connexió correcta que es produeix entre l'axó i les dendrites.



*Figura 7. Percentatges de les mostres que representen una i dues connexions neuronals.*

A la figura 8 es mostra un exemple de representació de la sinapsi amb una connexió i dues amb més d'una connexió.

	<p>Representació de dues connexions en què ambdues estan en disposició correcta (connecta axó amb dendrites)</p>
	<p>Representació de dues connexions en què una de les dues no és correcta (connecta dendrites amb dendrites)</p>

*Figura 8. Representació del nombre de mostres en què apareixen correctament les idees clau de la sinapsi.*

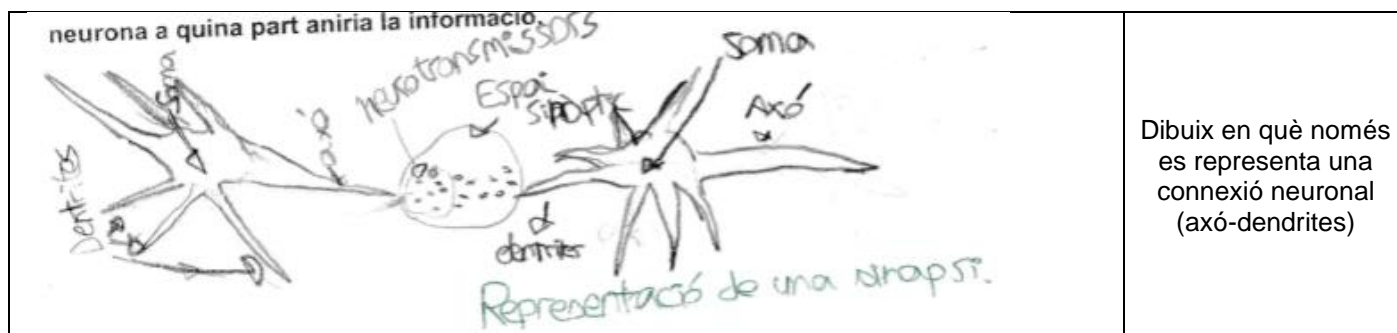


Figura 8. Exemples de representacions de sinapsis.

A part de tots els resultats mostrats anteriors cal mencionar també que s'han trobat quatre representacions en les quals els alumnes han dibuixat un cable elèctric entre les dues neurones; el cable elèctric apareix al text com un exemple del comportament de l'impuls nerviós. Les representacions es mostren a la Figura 9.

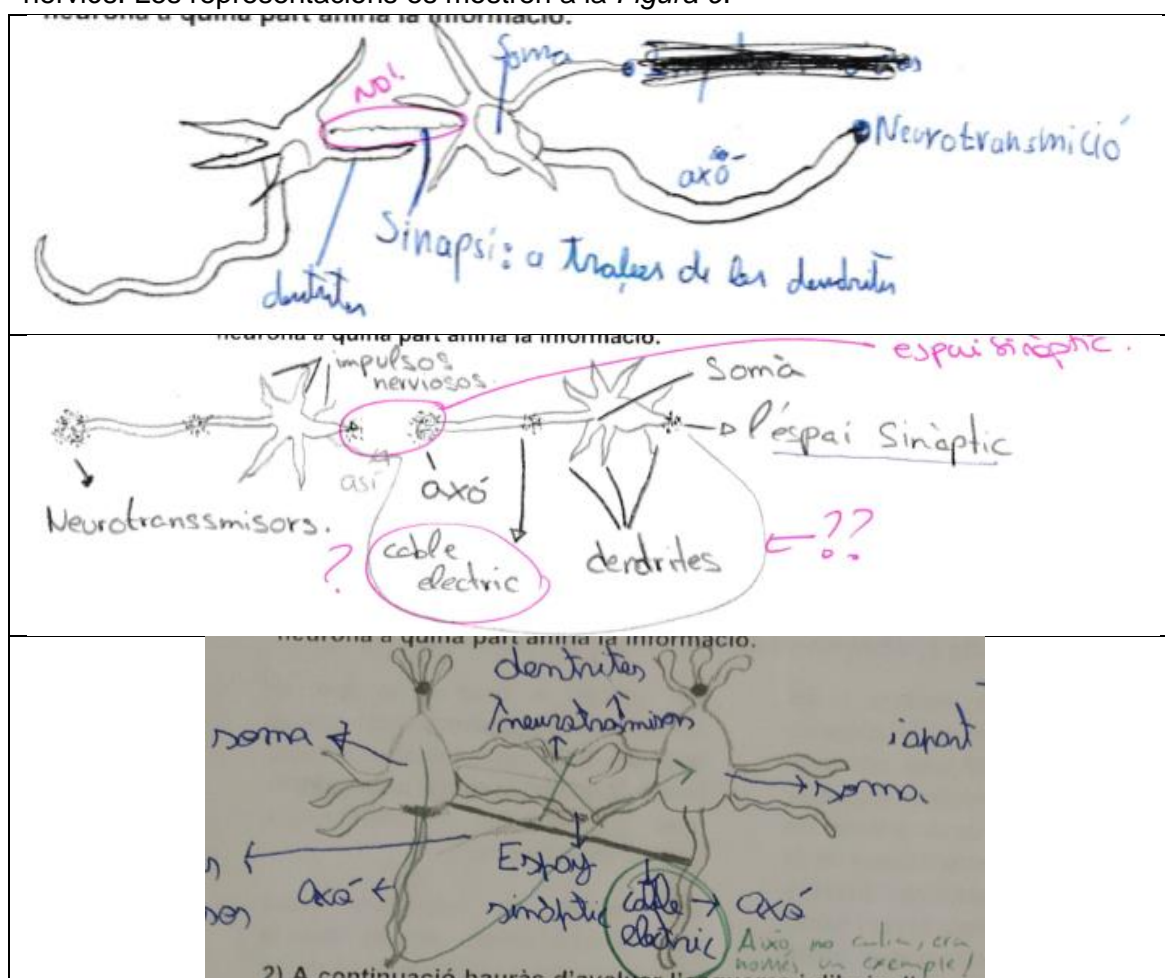


Figura 9. Exemples de mostres en les quals s'ha trobat un cable elèctric dibuixat entre les dues neurones.

## 5.2. És la coavaluació o avaluació entre iguals una metodologia eficient per avaluar i com a tècnica formadora?

### 5.2.1. Anàlisi qualitativa de la coavaluació. Diferències entre la nota de la coavaluació i la nota docent.

Per avaluar quines diferències quantitatives hi ha entre les notes obtingudes a la coavaluació, que han puntuat els companys i la nota establerta per el docent a posteriori s'ha dissenyat la *Figura 10*. En aquesta es presenten 4 àrees que determinen les 4 possibles notes d'aquesta activitat (no assolit, assolit suficientment, assolit notablement, assolit excel·lentment). Els números en color blau representen els alumnes que hi havia a cada zona tenint en compte la puntuació de la coavaluació. En negre, es representa com han canviat la nota dels alumnes amb la posterior correcció del docent i en taronja s'indiquen els alumnes que finalment hi ha a cada zona després de la revisió del professor.

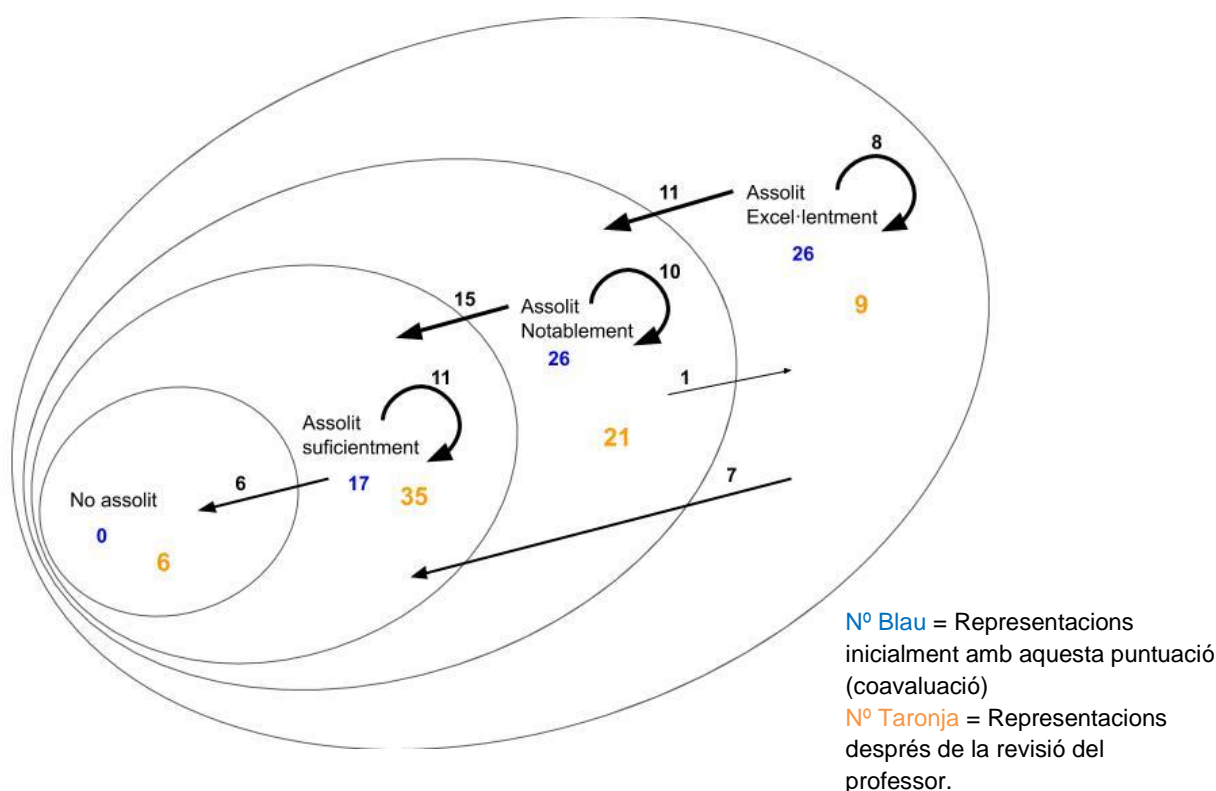


Figura 10. Representació de l'evolució de les notes de la coavaluació.

MOSTRES INICIALS (coavaluació)	CAMP	MOSTRES FINALS (coavaluació + nota docent)
0	No assolit	6
17	Assolit suficientment	35
26	Assolit notablement	21
26	Assolit excel·lentment	9

Taula 6. Comparació nombre de mostres a cada camp inicialment i finalment.

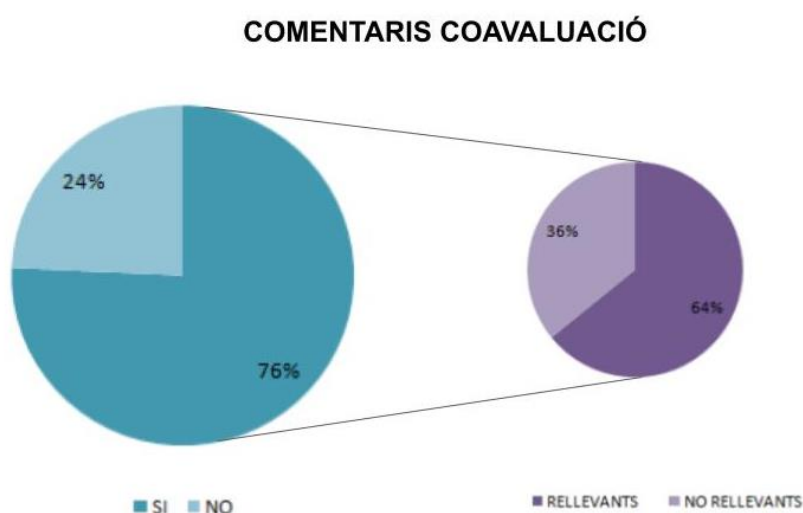
A la *Figura 10* i la *Taula 6* veiem l'evolució de les puntuacions. S'observa que inicialment no hi ha cap dibuix que sigui puntuat com a no assolit i que les puntuacions més populars en la coavaluació són assolit notablement i assolit excel·lentment. No obstant això, amb la correcció posterior del docent veiem que apareixen 6 dibuixos amb puntuació de No assolit i

que els dibuixos avaluats com assolit excel·lentment passen de 26 a 9. A més, veiem que la meitat de les mostres (50,72%) tenen finalment una puntuació d'assolit suficientment i un 30% de les mostres es puntuen amb assolit notablement sent aquesta la zona que menys variació pateix.

### 5.2.2. Anàlisi qualitativa dels criteris de coavaluació.

Les mostres vàlides obtingudes de la coavaluació (69 mostres) s'han analitzat de forma qualitativa per intentar determinar quins aspectes dels dibuixos dels companys són els que tenen més importància per determinar una puntuació o una altra. A partir del buidatge de les dades de l'Annex 6, s'han fet una sèrie de representacions dels resultats obtinguts.

Per deixar clar el seu criteri, es demanava als alumnes que escrivissin un comentari de millora per al seu company o una justificació de la nota que decidien. Tot i això, com podem veure a la *Figura 11*, només un 76% de les mostres tenien algun tipus de comentari i d'aquests comentaris només un 64% han sigut rellevants. És a dir, només un 64% dels comentaris són útils per determinar el criteri de l'avaluador per decidir la nota de l'exercici, els altres són principalment comentaris sobre la presentació o les habilitats per dibuixar del company.



*Figura 11. Número de comentaris trobats a les mostres i quants d'aquests són rellevants.*

A partir d'aquesta informació s'han estudiat quina és la tendència en l'avaluació de les categories en les quals ens hem basat per estudiar els dibuixos de les mostres en l'estudi quantitatiu dels dibuixos (apartat 5.1.).

La primera característica de la qual s'ha extret informació és la disposició de la connexió sinàptica, és a dir, com es connecten les neurones.

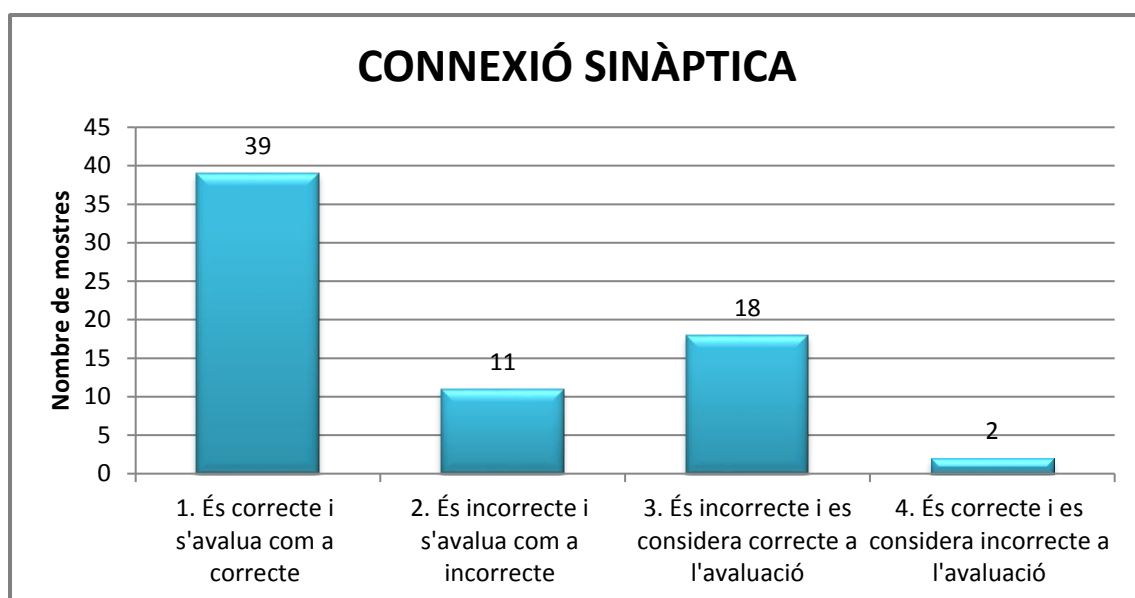


Figura 12. Criteris d'avaluació de la connexió sinàptica.

Segons es mostra a la *Figura 12*, en un 56,5% de mostres la connexió sinàptica representada és correcta i s'avalua correctament, en un 15,9% de les mostres la representació és incorrecta i l'avaluador l'ha considerat incorrecta. En canvi, en un 26,08% de les mostres l'avaluador no ha identificat que el dibuix de la connexió sinàptica era incorrecta i un 2% dels avaluadors han determinat que la connexió era incorrecta i no ho era.

Els criteris de correcció de les parts neuronals es representen a la *Figura 13*.

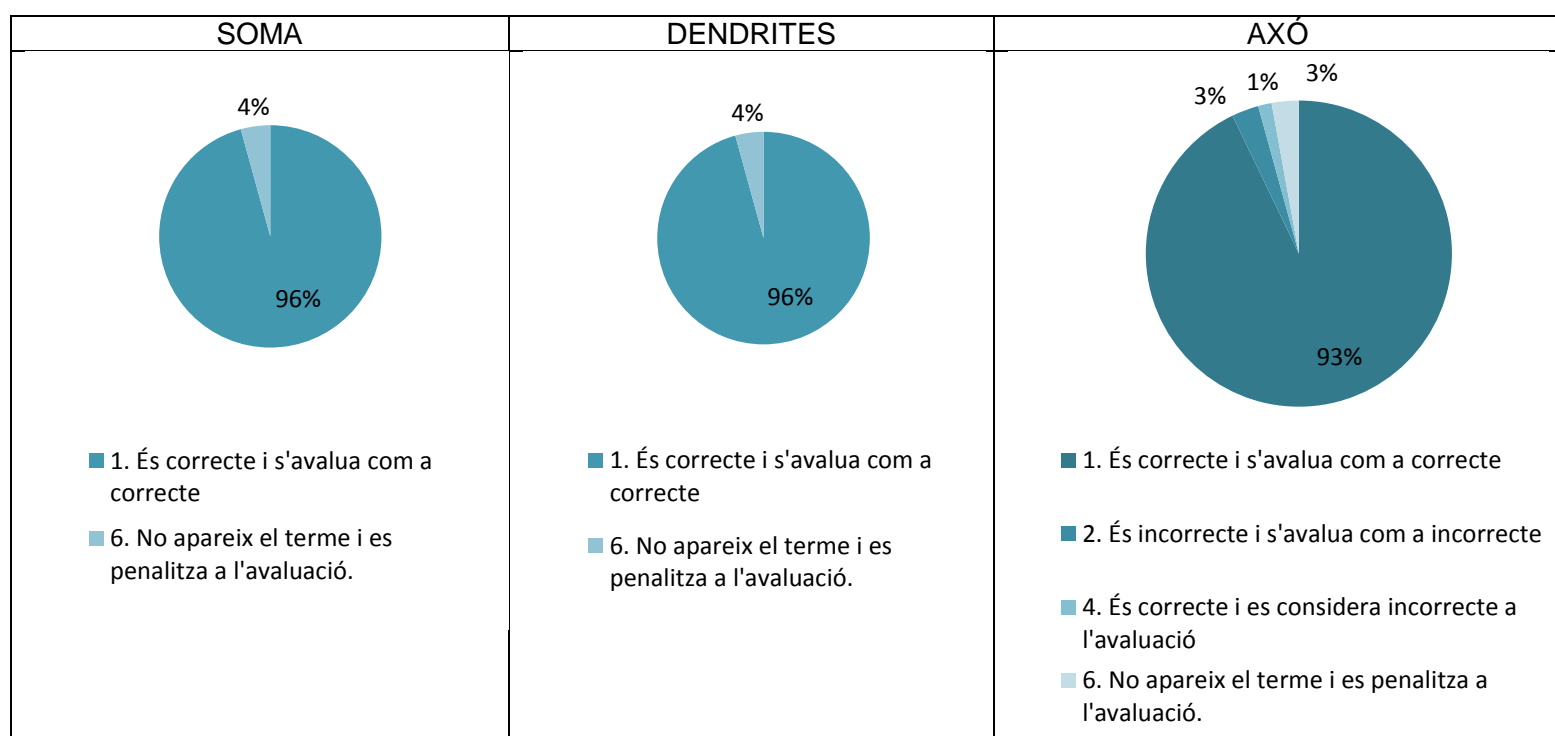
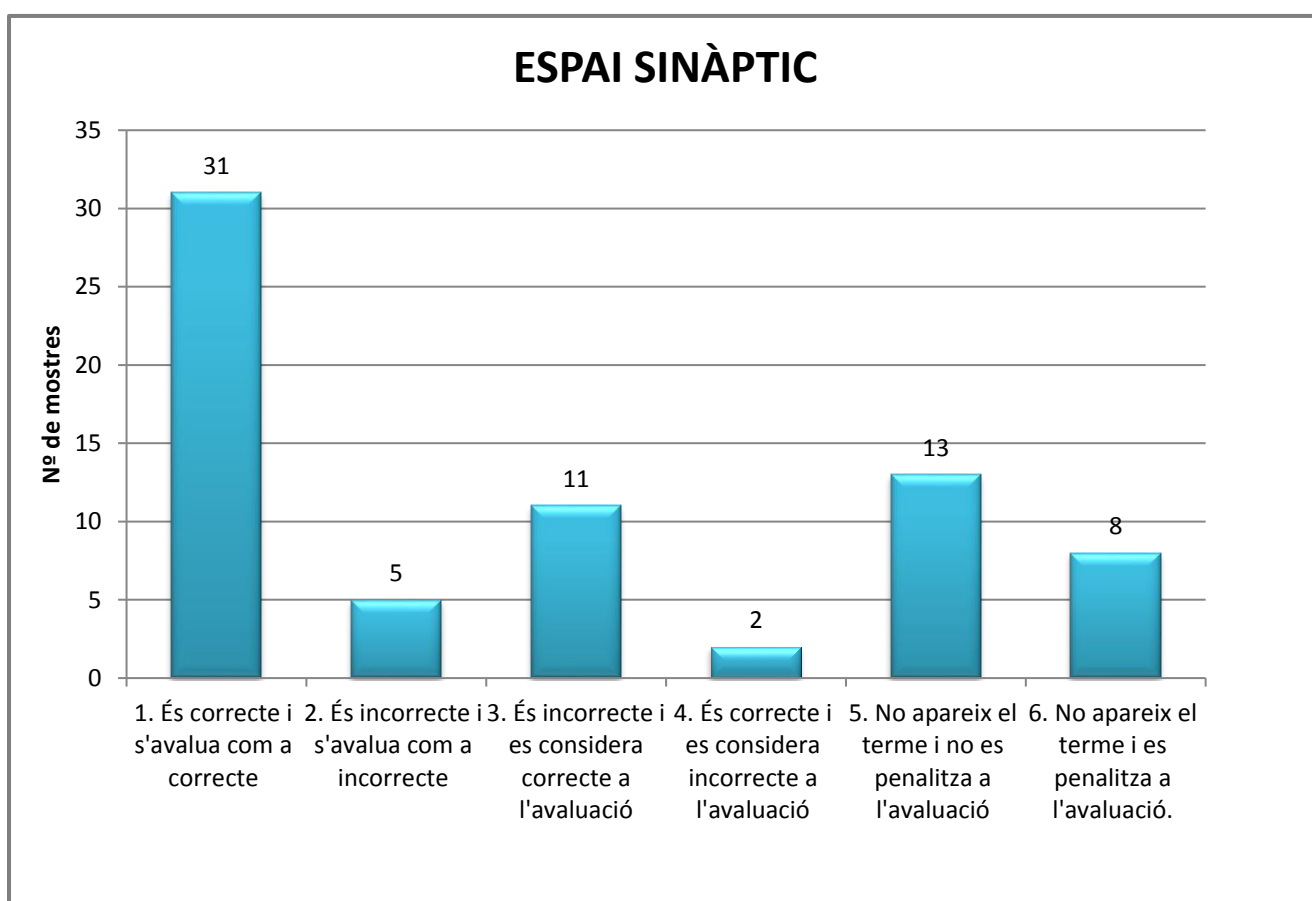


Figura 13. Criteris d'avaluació seguits en les parts neuronals dibuixades.



En aquesta figura podem veure que tant el soma com les dendrites majoritàriament s'han representat correctament i l'avaluador ha identificat aquesta representació com a correcta, en un 4% de les mostres no apareixia aquesta paraula identificant la zona neuronal i l'avaluador ho ha traslladat a una penalització a la nota. En canvi, a la representació de l'axó veiem més variabilitat: també s'observa majoritàriament una representació i identificació correcta i l'avaluació d'acord (93%) però en un 3% s'observa una representació incorrecta que s'ha identificat per l'avaluador. Una de les mostres (1%) tenia la neurona ben dibuixada i l'axó ben identificat però l'avaluador ho ha considerat incorrecte. Per últim s'observa que la paraula axó no apareix en un 3% de les mostres i l'avaluador detecta aquesta absència.

Respecte a l'avaluació de l'espai sinàptic s'han trobat representacions més heterogènies a les mostres, els resultats d'aquestes es mostren a la *Figura 14*. En un 44,92% dels dibuixos la representació és correcta (es veu l'espai al dibuix i apareix el nom) i l'avaluador ho identifica així. Un 7,24% té representació dibuixada incorrectament i l'avaluador ho identifica. Però en un 15,94% no s'observa representat l'espai al dibuix (si apareix el nom) però l'avaluador ho considera correcte i en dues de les mostres es caracteritzen per tenir l'espai ben identificat però l'avaluador ho determina incorrecte (pensa que no ha d'aparèixer aquest espai). Finalment veiem que en 21 de 29 mostres (30,43%) no apareix el terme espai sinàptic i només en 8 d'aquestes mostres l'avaluador ho identifica i repercuteix a la nota.



*Figura 14. Criteris d'avaluació del concepte d'espai sinàptic.*

Pel que fa el concepte de neurotransmissors s'ha considerat correcte si apareixia algun tipus de representació de molècules a l'espai sinàptic i s'etiquetaven correctament amb el nom de neurotransmissors. Com es mostra a la *Figura 15*, a 32 de les mostres (46,37%) es



representa el concepte correctament i es puntua això i, només a 3 mostres (4,34%) es la representació es incorrecta (en un lloc erroni) i s'avalua com a errada. 8 mostres (11,59%) tenen els neurotransmissors malament dibuixats però l'avaluador no ho reconeix i només una mostra compta amb la representació correcta i una penalització per part de l'avaluador. Per últim en 26 mostres (37,68%) no apareix el concepte però només a 12 d'aquestes es penalitza a l'avaluació.

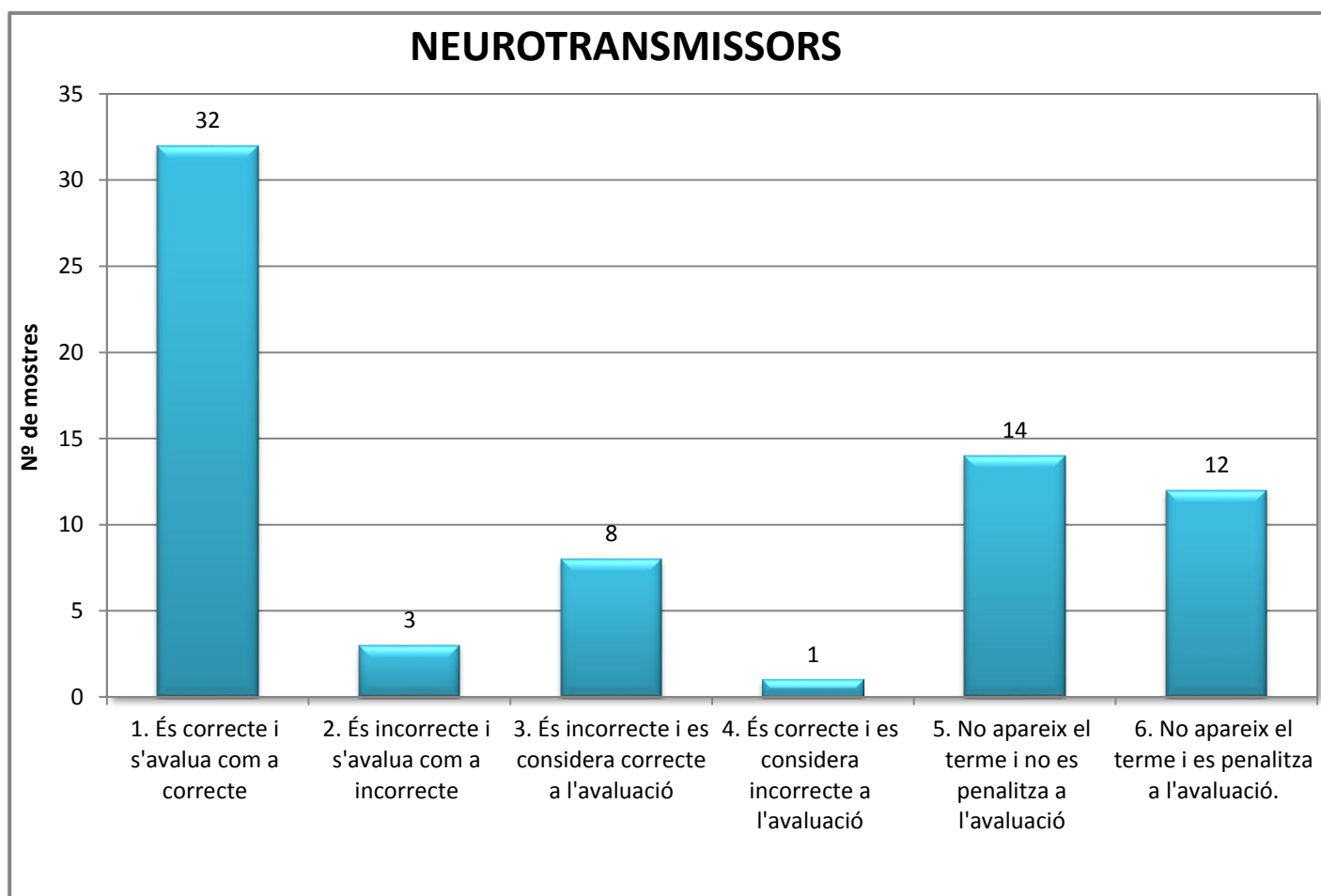


Figura 15. Criteris d'avaluació del concepte neurotransmissor.

L'últim concepte que s'ha estudiat és el d'impuls nerviós. Per considerar-lo correcte s'havia de representar una fletxa o similar en direcció correcta (del soma fins al final de l'axó). A la Figura 16 es representen els resultats dels criteris d'avaluació d'aquest concepte.

L'impuls nerviós, a diferència de tots els altres conceptes de la sinapsi té una representació bastant escassa, en 44 de les 69 mostres (un 63,76%) no apareix. A més veiem que els alumnes no li donen massa importància, ja que només un 13 dels alumnes han identificat que mancava en la representació del seu company i ho han reflectit a la nota. En canvi, 12 alumnes l'han representat correctament i l'avaluador ho ha reconegut (un 17,39%) i hi ha 12 mostres en què l'impuls nerviós no està ben representat però l'avaluador ha considerat que era correcte.

## Impuls nerviós

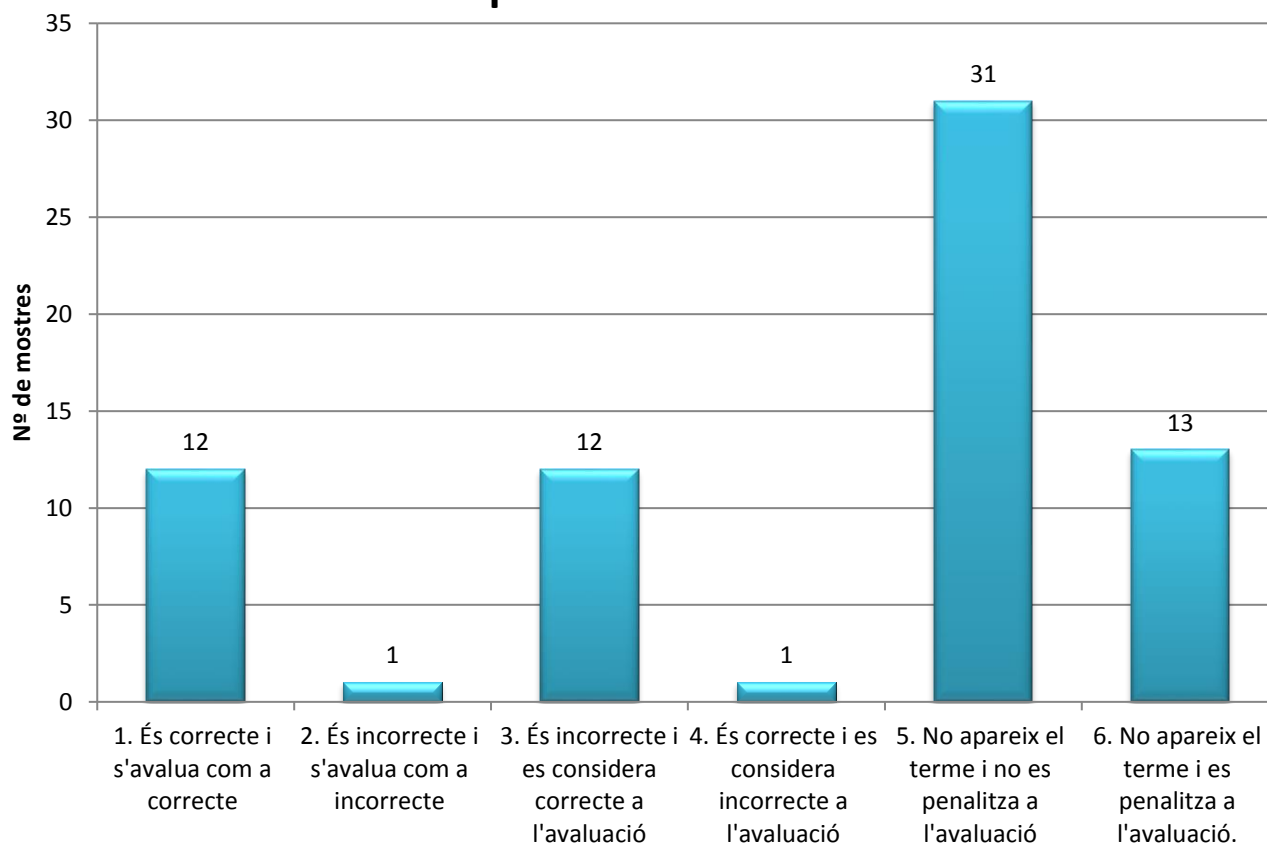


Figura 16. Criteris d'avaluació del concepte d'impuls nerviós.

## 6. DISCUSSIÓ DE RESULTATS

En aquest apartat s'analitzen els resultats i que s'han obtingut tant dels dibuixos realitzats després de la lectura del text com de l'anàlisi qualitativa i quantitativa de la coavaluació.

### 6.1. Discussió dels resultats dels dibuixos realitzats després de la lectura d'un text científic.

L'objectiu d'aquest estudi és analitzar quins conceptes de la sinapsi són els que han resultat més senzills d'extraure a partir del text proposat (veure *Annex 1*) i han sigut representades en els dibuixos de l'alumnat de manera més exitosa. Per fer-ho s'analitzaran els resultats comparant-los amb el fragment del text on apareixen.

En primer lloc, s'ha analitzat l'enunciat de l'activitat que es proposava als alumnes després de la lectura del text: "*Després d'haver llegit el text, fes un dibuix esquemàtic de dues neurones interaccionant entre elles (fent sinapsi). Indica també quines parts d'aquesta cèl·lula es requereixen perquè aquesta interacció es doni i des de quina part de la neurona a quina part aniria la informació.*" En aquest veiem que s'explicita de manera clara que es

dibuixin dues neurones, fet consistent amb els resultats trobats en els quals només en una mostra es presentava el dibuix d'una neurona independent.

Respecte a la connexió neuronal, veiem que la representació que predomina és la representació correcta que s'explica en el text tot i que també trobem representacions on es connecten les dendrites amb les dendrites o els axons de les dues neurones dibuixades. Analitzant el text veiem que la disposició de les neurones s'explica en aquest fragment: *"l'impuls viatja per l'axó (que es comporta com un cable elèctric) fins al final de la neurona i connecta amb les dendrites de la següent neurona"*. Podem observar que en aquesta frase es dona la informació de que la connexió es dona entre axó de la primera neurona i les dendrites de la següent però trobem també informació addicional. Aquest fet pot ser el causant de la variabilitat de representacions entre les mostres obtingudes.

El text que proporcionava la informació venia acompanyat d'una imatge en la qual es mostrava la forma d'una neurona i les parts principals d'aquestes. Aquest fet és el possible causant de que gairebé totes en totes les mostres aparegués el dibuix de la neurona i la identificació de les seves parts de manera correcta.

Respecte als altres elements de la sinapsi, aquestes troben amb menys freqüència ben representats a les mostres. Una possible explicació d'aquest fet és que aquests elements només es troben descrits al text i necessiten una abstracció major per ser representats de manera correcta. L'espai sinàptic es troba dibuixat correctament a 39 de les 71 mostres i identificat amb el nom només en 24 mostres. En el text la informació que descriu aquest espai és la següent: *"Les neurones no estan físicament unides entre si, sinó que es troben separades per un espai molt petit, l'espai sinàptic."*. Aquest és l'únic concepte que no es trobava en el text marcat en negreta i aquesta pot ser una de les causes per les quals 15 alumnes han dibuixat correctament l'espai però no han posat el nom. Tot i això, resulta sorprenent que en 32 mostres (45,7%) hagin representat les neurones connectades de manera física, ja que en el text es nega de forma clara aquest fet.

Quant als neurotransmissors, el text dóna la informació de dues maneres. En primer lloc per introduir el terme s'utilitza una comparació: *"sinapsi, que es pot entendre com una cursa de relleus en què un corredor li passa el testimoni al següent. En el cas del sistema nerviós, l'element que actua com el testimoni són unes molècules anomenades neurotransmissors"*. Posteriorment s'explica de manera més clara la situació dels neurotransmissors a la sinapsi perquè pugui ser més senzill representar-los: *"En general, els neurotransmissors s'acumulen a l'extrem de l'axó. Quan la neurona capta un estímul, els neurotransmissors s'alliberen a l'espai sinàptic"*. Cal destacar la gran variabilitat de formes en les quals l'alumnat ha representat els neurotransmissors, però si es representaven de manera correcta a l'espai sinàptic i s'identificava qualsevol forma com a "neurotransmissors" es van considerar correctes. Tot i que aquest concepte apareix en dos dels paràgrafs del text només un 51% dels alumnes el representen correctament, podem dir que la meitat de l'alumnat no ha considerat aquesta informació com un element clau de la sinapsi i possiblement per això no l'han incorporat a la seva representació.

L'impuls nerviós és el concepte de la sinapsi que menys s'ha trobat representat als dibuixos fets per l'alumnat. Aquest fet resulta poc previsible ja que és un concepte que es troba remarcat en negreta i molt explícit al text: *"Les dendrites reben els impulsos nerviosos de*

*les neurones properes i els transmeten al soma. Des del soma, l'impuls viatja per l'axó (que es comporta com un cable elèctric) fins al final de la neurona".* Malgrat aquesta explicació, s'ha observat que només 14 de les 71 mostres (20%) han representat aquest concepte. Una possible explicació podria ser que aquest és l'únic concepte que no és alguna cosa física és un moviment d'electricitat (electrons) i, per tant, pot ser més abstracte que els altres conceptes. A més, cal remarcar que aquest fragment del text ha donat lloc a confusió, ja que s'han trobat 4 mostres en les quals es representa un cable elèctric que connecta ambdues neurones segurament perquè han llegit literalment la comparació entre l'axó i el cable (Vegeu exemples a la figura 9).

Per últim, s'han obtingut un 12% de les mostres en les quals es representen més d'una connexió neuronal, tot i que l'activitat estava pensada perquè només aparegués una connexió sinàptica als dibuixos dels alumnes. Aquestes connexions, en general, eren errònies, ja que es troben les neurones connectades tant dendrites amb dendrites com axó amb dendrites. Tanmateix, una possible explicació del fet que alguns alumnes hagin dibuixat correctament més d'una connexió neuronal és el fet que el text finalitza descrivint les neurones com una xarxa en la qual s'integren els estímuls i es produeixen respostes.

## **6.2. Discussió dels resultats de l'anàlisi quantitativa de la coavaluació.**

Aquesta anàlisi estudia la validesa de la coavaluació, és a dir, el nivell de similitud de les notes determinades pels estudiants respecte a l'avaluació posterior realitzada pels docents. (Rodríguez, Ibarra i García, 2012)

En els resultats d'aquesta anàlisi veiem que inicialment, després de quantificar les notes de les coavaluacions o avaluacions entre iguals, no hi ha cap de les mostres en les quals la nota que s'hagi determinat hagi sigut inferior a l'assolit suficientment. És a dir, els alumnes no consideren que hi hagi cap mostra dels seus companys que demostrï que aquesta persona no ha assolit la competència de dibuixar correctament una sinapsi a partir de la lectura del text. A més, veiem que la majoria de mostres (un 75%) es qualifiquen d'assoliment notable o excel·lent i només 17 mostres es qualifiquen d'assoliment suficientment.

Si ens fixem en les notes finals, és a dir, les notes que aquestes representacions han obtingut després de la correcció del professor veiem que apareixen 6 mostres qualificades de competència no assolida i també s'observa una disminució notable de les mostres considerades d'assoliment excel·lent de 26 mostres a 9. Per tant, segons el criteri del professor la majoria de les mostres es trobaven a la zona d'assoliment suficient (50%) i assoliment notable (30%). Cal mencionar que els docents han tingut en compte per decidir la puntuació dels dibuixos principalment la qualitat d'aquests però també s'ha valorat com de crític ha sigut l'autor del dibuix amb el company que ha avaluat.

A trets generals podem afirmar que hi ha canvis significatius entre les notes que un mateix dibuix ha obtingut a la coavaluació i la que ha determinat el docent. Principalment es produeix una disminució de puntuació entre la correcció del coavaluador i la correcció del professor essent la disminució d'un punt la transició més comuna (és a dir, d'una puntuació a la puntuació immediatament anterior). Els motius d'aquesta diferència de puntuació entre una metodologia avaluativa i una altra poden ser múltiples. Tot i això, sí que s'observa una tendència de l'alumnat a no voler "suspènre" als seus companys i per tant, evitar puntuar-

los per sota de l'assolit suficientment com podem observar en els nostres resultats. Aquestes troballes són consistents amb els motius de variabilitat entre les qualificacions docents i de l'alumnat descrites per Pond, UI-Haq i Wade (1995).

A més a més, un altre motiu de la variabilitat observada pot ser la rúbrica que es va proporcionar als alumnes com a guia per avaluar als companys (Veure *Annex 1*). Posteriorment a la realització de l'activitat es va detectar un error en aquesta rúbrica ja que és massa poc precisa i possiblement no és el format més eficient per guiar aquest tipus d'avaluació. En aquest cas la rúbrica utilitzada és una rúbrica global en la qual es descriu de manera generalitzada l'estat del dibuix que caracteritza cada nivell d'assoliment. En canvi, hauria sigut més eficient l'ús d'una rúbrica analítica en la qual es trobessin cadascun dels elements clau de la representació descrits de manera clara per cada nivell d'assoliment. (Gatica-Lara i Uribarren-Berrueta, 2012)

### **6.3. Discussió dels resultats de l'anàlisi qualitativa de la coavaluació.**

L'objectiu d'aquesta anàlisi és intentar determinar quins aspectes dels dibuixos dels companys han tingut més en compte els alumnes per determinar la qualificació d'aquests i com de fiable és aquesta tècnica avaluativa. Per fer-ho, es va demanar als alumnes que escrivissin un comentari de millora o una justificació de la nota que s'havia decidit. Tanmateix els resultats mostren que només un 76% de les notes eren acompanyades d'un comentari i d'aquests comentaris només un 64% eren rellevants, és a dir, donaven informació sobre el criteri seguit per puntuar. Això demostra que l'alumnat no ha trobat imprescindible fer entendre tant al seu company com al professor quins aspectes eren erronis del dibuix que avaluava i per tant, podria indicar un sentiment de responsabilitat menor a l'esperat a l'hora de decidir una nota. A més, aquestes dades ens fan inferir que el grup d'alumnes dels quals s'ha obtingut la nota no consideren l'avaluació com un procés d'aprenentatge sinó que la importància de l'avaluació l'ortoguen principalment a la nota.

La primera característica que s'ha analitzat és la disposició de la connexió sinàptica, és a dir, si els alumnes han considerat una connexió diferent d'axó-dendrita errònia. Veiem que en 50 de les 69 mostres els avaluadors identifiquen de manera correcta si les neurones del company estan disposades en l'orientació adequada. En canvi, veiem que en un 28% dels casos hi ha un error de correcció, ja que l'avaluador té una idea determinada de la orientació que han de tenir les neurones que no és la correcta. Aquest fet planteja un problema en la metodologia de la coavaluació ja que, deixa clar que la posada en comú de com seria un dibuix correcte no va ser suficient per canviar les idees prèvies dels avaluadors. Caldria fer altres estudis per determinar si la coavaluació és una tècnica formadora suficientment potent com per canviar les idees prèvies de l'alumnat.

Si ens fixem en l'avaluació de les parts neuronals, veiem que predomina que aquests conceptes apareguin correctament dibuixats i identificats a les mostres i si no és així, els errors són detectats pels avaluadors i aquests errors repercuteixen a la nota. Aquest fet ens permet inferir que l'alumnat ha entès les parts neuronals (segurament gràcies a la imatge complementària al text com es comentava anteriorment) i han donat importància a la identificació de les parts perquè s'obtingui una nota o una altra.

Respecte al concepte d'espai sinàptic els resultats obtinguts són molt variables. Veiem que un 63% dels alumnes entenen que ha d'aparèixer un espai entre les dues neurones, ja que o bé han detectat que estava dibuixat correctament, o han vist que no estava ben dibuixat o no estava el nom escrit i ho han considerat en la puntuació del company. En canvi, en l'altre 47% de les mostres s'observa una avaluació més pobre ja que o bé els avaluadors han considerat que era correcte el dibuix on les neurones es toquen, han considerat un error els dibuixos on apareixia l'espai (i apareix com a comentari de millora) o bé no han sigut conscients que aquest concepte no estava indicat a la representació que avaluaven.

El concepte de neurotransmissor també presenta uns resultats molt variables a la coavaluació. Cal remarcar que en aquest concepte hi ha una menor quantitat de mostres en les quals s'avalua de manera errònia (13%), només en 8 mostres es representen de forma incorrecta els neurotransmissors i s'avalua com a correcte i un alumne els ha dibuixat correctament (a l'espai sinàptic) i ben identificats però l'avaluador ho ha considerat incorrecte. En canvi s'ha comprovat que en 26 de les 69 mostres no es troben els neurotransmissors dibuixats i només 12 dels avaluadors ho consideren rellevant a l'hora de puntuar. Per tant, veiem que la importància que l'alumnat li ha donat al concepte de neurotransmissors és inferior a la d'altres conceptes que han d'aparèixer al dibuix com les parts neuronals.

Els resultats obtinguts a l'impuls nerviós són els que es diferencien més de tots els altres conceptes. A les mostres obtingudes predomina el fet que el terme no apareix representat en el dibuix (concretament 44 de les 69 mostres) i consistentment amb això la majoria dels avaluadors no donen importància a aquest concepte, a 31 de les mostres no apareix el concepte i l'avaluador no penalitza la nota. Probablement, les persones que han dibuixat de manera correcta aquest terme en el seu dibuix són les úniques persones que han tingut en compte la presència o absència d'aquest a l'hora de posar la nota.

En conclusió, s'ha observat que els conceptes que els alumnes han tingut més en compte a l'hora de determinar la nota dels seus companys han sigut les parts neuronals i en un segon pla com estaven les neurones disposades. Els conceptes d'espai sinàptic, neurotransmissors han obtingut resultats més variables i per tant podem inferir que els alumnes els han donat menys importància. Els resultats de l'impuls nerviós han demostrat que ha sigut la idea menys representada a les mostres obtingudes i la menys considerada a l'hora d'avaluar; per això s'infereix que és la idea a la qual li han donat menys importància l'alumnat que va dur a terme aquesta activitat. D'altra banda, no podem assegurar el nivell de fiabilitat d'aquesta tècnica ja que el grau de coincidència entre les avaluacions entre diferents estudiants no és suficientment significatiu.

## **7. CONCLUSIONS**

L'anàlisi qualitativa i quantitativa dels dibuixos de 71 alumnes a partir de la lectura d'un text descriptiu sobre una sinapsi ens ha permès determinar el primer objectiu: "valorar quines són les dificultats de l'alumnat en fer un dibuix esquemàtic a partir d'una lectura". En primer lloc, s'ha determinat que una de les dificultats principals que troben els alumnes quan llegeixen un text científic és el lèxic nou i específic del qual no coneixen el significat; a més, s'han trobat dificultats de l'alumnat en distingir entre la descripció literal i les comparacions que apareixien en el text. D'altra banda, s'ha comprovat amb resultats dels dibuixos que la

imatge que apareixia complementària a la informació del text resulta molt útil per determinar la morfologia d'allò que havien de dibuixar, ja que la majoria de l'alumnat no tenia una idea prèvia. Això ens permet concloure que les imatges científiques complementàries als textos són molt útils per millorar la comprensió d'aquest sempre que siguin triades de manera adequada.

Pel que fa a les dificultats del dibuix s'ha comprovat una dificultat clara d'abstracció dels termes importants que apareixen descrits al text per convertir-los en elements clau del dibuix. Gràcies a la imatge complementària en la qual es mostra la forma de la neurona i les seves parts, la majoria de l'alumnat l'ha dibuixat correctament i ha identificat les parts de manera satisfactòria. La dificultat en la representació dels altres conceptes de la sinapsi que s'han avaluat en aquest dibuix s'hipotetitzava que recau en la dificultat de comprensió del text i representar allò que entenen en un dibuix. És per això que s'han trobat mostres amb representacions diverses de la disposició neuronal, l'espai sinàptic i els neurotransmissors. Cal destacar el concepte d'impuls nerviós ja que aquest ha sigut el que menys ha aparegut representat a les mostres i que s'ha representat amb més dificultats, aquest fet podria venir degut al fet que no és un element físic sinó que es demana una representació d'un moviment d'electrons, cosa que es pot considerar molt més abstracte.

D'altra banda el segon objectiu d'aquest treball consisteix a avaluar la coavaluació o avaluació entre iguals de manera qualitativa i quantitativa per determinar si és una tècnica efectiva d'avaluació i d'aprenentatge a la vegada. Respecte a l'estudi quantitatiu, s'ha observat que hi ha una diferència clara entre la puntuació de l'alumnat i la puntuació de la mateixa activitat posteriorment pel docent. Aquesta troballa és consistent amb la bibliografia descrita al marc teòric i es poden hipotetitzar dues possibles causes.

La primera causa que pot explicar aquestes discrepàncies és la sobrevaloració per part de l'alumnat del treball dels seus companys per les relacions personals que hi ha entre ells i les seves preferències personals. Aquest fet podria descriure el perquè no hi ha cap dibuix puntuat amb "no assolit" amb la coavaluació. L'altre possible causa és el fet que els alumnes donin més prioritat a alguns dels aspectes del dibuix que els altres i per això hi hagi discrepàncies entre el seu criteri de correcció i el del professor o professora.

Per determinar si aquesta segona hipòtesi podria ser vàlida, s'ha fet un estudi qualitatiu dels possibles criteris de correcció de l'alumnat estudiat en la coavaluació. Cal destacar que aquest estudi ha sigut el que més dificultat ha tingut ja que no s'han obtingut comentaris de millora en totes les mostres. Tot i això, s'ha pogut determinar que la correcció per part de l'alumnat dóna molta importància a les zones que en l'estudi del dibuix s'han vist que l'alumnat dibuixava majoritàriament correcte, les parts neuronals. En segon lloc també s'ha trobat una tendència de l'alumnat a identificar de manera correcta si la disposició de les neurones en el dibuix del company era adequada. Els conceptes intrínsecs de la sinapsi (espai sinàptic, neurotransmissors i impuls nerviós) són els que han resultat més difícils d'avaluar per l'alumnat, possiblement perquè els estudiants han tingut dificultats en entendre aquests conceptes i per tant, no han pogut determinar si era correcte la representació dels seus companys.

Finalment, cal destacar, a priori, la tècnica de coavaluació com un potenciador de l'aprenentatge per part de l'alumnat i per fomentar altres competències com la

cooperativitat, el pensament crític i la responsabilitat. Tot i això, seran necessaris més estudis que ens permetin corroborar aquestes hipòtesis.

### **7.1. Limitacions**

Respecte a l'estudi dels dibuixos obtinguts, cal destacar el component subjectiu d'aquest estudi ja que el mètode d'avaluació ha sigut l'observació i quantificació de manera individual de totes les mostres. A més, pel que fa el format de la fitxa que es va proporcionar a l'alumnat hagués sigut necessari deixar un espai més ampli perquè fos més còmode l'activitat. D'altra banda, per tenir més clares les dificultats de l'alumnat hagués sigut adient demanar-los que fessin anotacions sobre el text dels aspectes que no entenien i els aclariments del professor que els ha permès entendre-ho millor.

Quant a l'estudi de les coavaluacions, hi ha diversos aspectes que podrien millorar-se. En primer lloc, s'ha vist que la rúbrica utilitzada no és la més adient donat que és massa imprecisa ha pogut donar lloc a diferències d'interpretació per part de l'alumnat. Seria molt més òptim dissenyar una rúbrica analítica que possibiliti entendre millor el criteri d'avaluació de l'alumnat a la vegada que disminueixi la subjectivitat de la puntuació. A més a més, tot i que abans de donar lloc a l'avaluació es va comentar globalment quina era la disposició correcta de la sinapsi i els aspectes clau que s'havien de tenir en compte a l'hora de l'avaluació, s'hauria de trobar una forma més eficient de comunicar als alumnes la resposta "ideal" i correcte perquè no es produeixin errors conceptuals a l'hora de corregir. Tanmateix, es considera que el punt clau que ha suposat una limitació per aquest estudi és l'absència de comentaris de millora i justificació de les notes de l'alumnat, seria necessari canviar aquesta premissa per preguntes més concretes per poder determinar millor els criteris d'avaluació:

- Quins aspectes de la representació del teu company són correctes?
- Quins conceptes haurien d'aparèixer en el dibuix i no ho fan?
- Quins dels conceptes que apareixen en el dibuix no estan representats correctament? Com haurien de ser?

Per últim, per determinar si la coavaluació és una tècnica eficaç d'avaluació formadora hagués sigut ideal repetir el dibuix de la sinapsi després de la coavaluació i identificar la millora de les representacions de l'alumnat respecte al dibuix inicial.



## REFERÈNCIES

- Ainsworth, S., Prain, V., iTytler, R., (2011). Drawing to learn in Science. *Science*, 333, 1096-1097.
- DomènechCasal, J. (2018). Students' energy concepts. A Project-Based Learning experience with aerostatic balloons. *Enseñanza De Las Ciencias. Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 36(2), 191. doi: 10.5565/rev/ensciencias.2462
- Domènech Casar, J. (Octubre 2015). *Cyborg. Connectantl'homei la màquina*. Recuperat de: <https://sites.google.com/a/xtec.cat/cyborg/connectant-l-home-i-la-maquina>
- Gobert, J.D., i Clement, J.J. (1999) Effects of student-generated diagrams versus student-generated summaries. *Journal of research in theaching*. 36 (1). 39-53.
- Gómez Llombart, V. i Gavidia Catalán, V. (2015). Describir y dibujar en ciencias. La importancia del dibujo en las representaciones mentales del alumnado. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las ciencias*, 12(3), 441-455.
- Hammersley-Fletcher, L. iOrsmond, P. (2004). Evaluating our peers: is peer observation a meaningful process? *Studies in HigherEducation*, 29 (4). 489-503.
- Hanrahan, S. J. i Isaacs, G. (2001). Assessing Self- and Peer-Assessment: the Student's Views. *HigherEducationResearch&Development*, 20 (1), 53-70.
- Ibarra Saiz, M.S, Rodríguez Gómez, G. i Gómez Ruiz, M.A. (2012). La evaluación entre iguales: beneficios y estrategias para su práctica en la universidad. *Revista de educación*. 359. 206-231.
- LEMKE, J.L. (1977). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Barcelona: Temas de Educación Paidós.
- Lerner, N. (2007). Drawing to learn sciences: Legacies of Agassiz. *J.technicalwriting and communication*, 37 (4). 379-394.
- Marbá, A., Marquez, C. i Sanmartí, N. (2009). ¿Qué implica leer en clase de ciencias? *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 59. 102-111
- Marquez, C. (2002). Dibujar en las clases de ciencias. *Aula de innovación educativa*, 117, 54-57.
- Márquez, C. i Bach, J. (2007). Una propuesta de análisis de las representaciones de los alumnos sobre el ciclo del agua. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*. (15.3). 280-286.
- Marquez, C. i Prat, A. (2005). Leer en clase de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*. 23 (3). 431-440. Recuperat de: <https://ddd.uab.cat/record/16097>
- Maturano, C.I, Soliveres, M.A. i Macías, A. (2002). Estrategias cognitivas y metacognitivas en la comprensión de un texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 415-423.
- Pond, K., Ul-Haq, R. i Wade, W. (1995). Peer Review: a Precursor to Peer Assessment. *Innovations in Education and Training International*, 32, 314-323.
- Prins, F. J., Sluijsmans, M. A., Kirschner, P. A. iStrijbos, J. W. (2005). Formative Peer Assessment in a cscl Environment: a Case Study. *Assessment&Evaluation in HigherEducation*, 30 (4), 417-444.
- Rodríguez Gómez, G. Ibarra Saiz, M.S. i GarciaJimenez, E. (2013). Autoevaluación, evaluación entre iguales y coevaluación: conceptualización y práctica en las universidades españolas. *Revista de Investigación en Educación*. 11 (2). 198-210.
- Sanmartí, N. (2003). *Aprendreiciènciestotaprenent a escriureiciència*. Barcelona: Edicions 62.
- Sanmarti, N. (2011). Leer para aprender ciencias. Recuperat de: [http://leer.es/documents/235507/242734/art\\_prof\\_eso\\_leerciencias\\_neussanmarti.pdf/b3507413-ca58-4a00-bf37-c30c619b627f](http://leer.es/documents/235507/242734/art_prof_eso_leerciencias_neussanmarti.pdf/b3507413-ca58-4a00-bf37-c30c619b627f)
- Wen, M. L. i Tsai, C. C. (2006). University Student's Perceptions of and Attitudes toward (online) Peer Assessment. *HigherEducation*, 51, 27-44.
- 1. Fallows, S. J. iChandramohan, B. (2001). Multiple Aproxaches to Assessment: Reflections on Use of Tutor, Peer and Self-assessment. *Teaching in HigherEducation*, 6 (2), 229-246.

2. Gatica-Lara, F. i Urribarren-Berrueta, T. (2013) ¿Cómo elaborar una rúbrica?. *Investigación en educación médica*. 2 (1). 61-65.
3. Grilli, J. Laxague, M i Barboza, L. (2015) Dibujo, fotografía i Biología. Construir ciencia con y a partir de la imagen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 12 (1). 91-108.
4. Brooks, M. (2009). Drawing, Visualisation and Young Children's Exploration of "Big Ideas". *International Journal Of ScienceEducation*, 31(3), 319-341.

# ANNEXOS

## **ÍNDIX DELS ANNEXOS**

Annex 1	34
Annex 2	36
Annex 3	36
Annex 4	37
Annex 5	40
Annex 6	41

## ANNEX 1

### SESSIÓ 3: CURTCIRCUIT

En aquesta sessió, l'explicació teòrica la obtindreu a partir de l'adaptació d'un article anomenat "*D'Amors i d'odis (i de pors també). Tot allò que s'amaga darrere de l'emoció*". En acabar, haureu de ser capaços d'explicar científicament als pares de l'Espe-RANCIA què podria suposar per ella que els nervis estiguin finalment afectats.

#### DE NEURONA A NEURONA: LA SINAPSI, UN E-MAIL MOLECULAR

Els pensaments, les accions i les emocions són resultat de la connexió entre neurones, les cèl·lules principals del nostre sistema nerviós. Aquestes cèl·lules *són capaces de dur a terme les diferents accions característiques de la funció de relació* i existeixen diversos tipus depenent de la seva forma i funció (*algunes són tan llargues com el nostre braç!*). En general, però, comparteixen una sèrie de característiques: tenen un cos cel·lular (que també s'anomena **soma**), i dues prolongacions; les **dendrites** i l'**axó**.

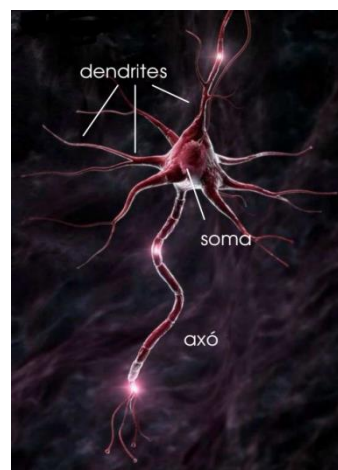
Les dendrites reben els **impulsos nerviosos** de les neurones properes i els transmeten al soma. Des del soma, l'impuls viatja per l'axó (*que es comporta com un cable elèctric*) fins al final de la neurona i connecta amb les dendrites de la següent neurona. Tot i que hi ha moltes neurones al cervell, també n'hi ha que viatgen per tot el nostre cos a través dels nervis. És a dir, al final els nervis no són res més que els milers d'axons de les nostres neurones!

Les neurones no estan físicament unides entre si, sinó que es troben separades per un espai molt petit, l'espai sinàptic. Llavors, *com es comunica una neurona i la següent?* Doncs a través d'un procés anomenat **sinapsi**, que es pot entendre com una cursa de relleus en què un corredor li passa el testimoni al següent. Aquest

dos corredors (*que serien les neurones*) mai arriben a tocar-se ja que la comunicació és establerta mitjançant el testimoni. En el cas del sistema nerviós, l'element que actua com el testimoni són unes molècules anomenades **neurotransmissors**.

En general, els neurotransmissors s'acumulen a l'extrem de l'axó. Quan la neurona capta un estímul a través de les dendrites, aquest estímul passa per l'axó i els neurotransmissors s'alliberen a l'espai sinàptic. Els neurotransmissors alliberats arriben fins a la següent neurona, que conté receptors a la superfície capaços de detectar-los.

D'aquesta manera, les neurones actuen com una xarxa en la qual els estímuls són captats pels seus receptors, s'integren a les neurones del cervell i, al final, es generen respostes i emocions.



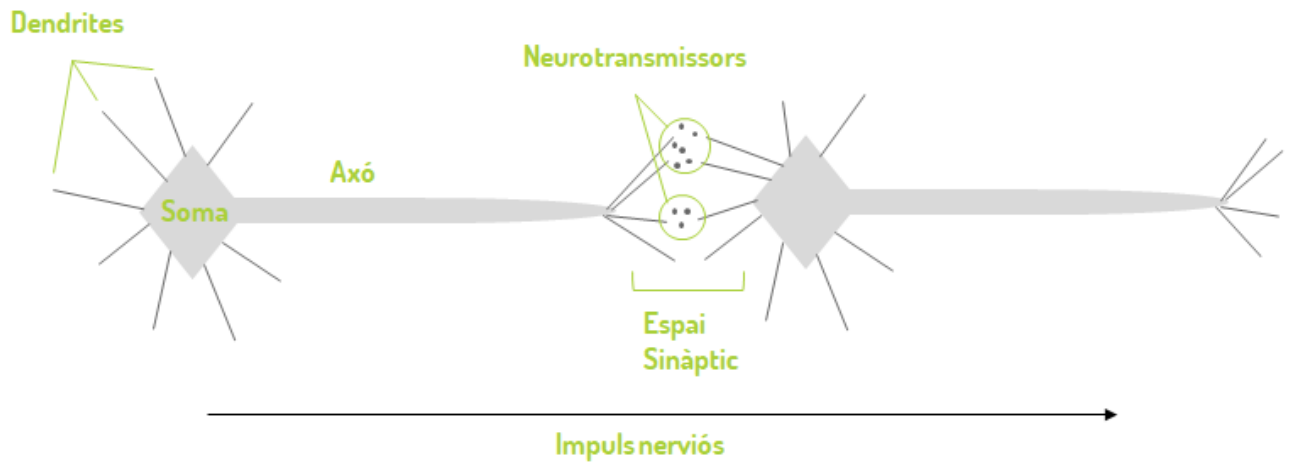
1) Després d'haver llegit el text, fes un dibuix esquemàtic de dues neurones interaccionant entre elles (fent sinapsi). Indica també quines parts d'aquesta cèl·lula es requereixen perquè aquesta interacció es doni i des de quina part de la neurona a quina part aniria la informació.

2) A continuació hauràs d'avaluar l'esquema i dibuix d'un company o companya. Per fer-ho has de marcar a la rúbrica que tens a continuació la casella que creus que s'ajusta millor a les característiques de l'esquema del teu company. A continuació escriu algun comentari per que pugui millorar la seva resposta.

Nom de la persona avaluadora:			
Nom de la persona avaluada:			
1	2	3	4
En el dibuix només apareix una cèl·lula neuronal sense indicar totes les parts, o aquestes estan incorrectament indicades.	En el dibuix apareixen dues cèl·lules neuronals, però no s'indiquen totes les parts que hi ha al text en negreta, o bé aquestes estan incorrectament indicades	En el dibuix apareixen dues cèl·lules amb les parts indicades correctament però amb la sinapsi incorrecta (les dues cèl·lules no s'haurien de tocar)	En el dibuix apareixen dues cèl·lules amb les parts completes i la sinapsis està representada correctament

Escriu un comentari de millora per l'esquema del teu company o companya:

## ANNEX 2



## ANNEX 3

EVOLUCIÓ NOTES COAVALUACIÓ							
2-1	2-2	3-2	3-3	4-3	4-2	4-4	3-4
6	11	15	10	11	7	8	1

## ANNEX4

NOM	neurones				parts neuronals				sinapsis					
	1	2	axó-	dendrite-	axó-	axó	dendrites	soma	espaï	sinàptic	neurotransmissors	impuls	una	2
	neurona	neurones	dendrites	dendrites	axó							erviós	connexió	connexions
									nom	dibuix				
Gisenia	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Marc	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
Clara	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0
Victor	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0
Ivan	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1
Iván	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
Dani	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Abril	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Adria	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
Adrian	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
Adrian	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
Ainoha	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Alba	0	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0
Amanda	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Balram	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0,5	1	0
Carlos	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0,5	1	0
Crista	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Dani	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
Indira	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Erik	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
Erika	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Farah	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	1	0
Hugo	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Iris	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0



Isabella	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
Izan	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Julia	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Luis	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Marko	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Maryam	0	1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Miguel Angel	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Paula	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Rocio	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Veronica	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Cristina	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Noa	0	1	1	0	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0
Maria	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
Marta	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0
Aithor	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Victor	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
evelyn	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
Judith	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1
Jordi	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0
Anna	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
Joel	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	0
Noemi	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	0
Erik	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Aimar	0	1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
Ismael	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
Javi	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1
Emma	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0

<b>Marc</b>	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Noelia</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>Diana</b>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>David</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1
<b>Raul</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	0
<b>Dídac</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	1	1	0
<b>Sofia</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
<b>Iker</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	1	1	0
<b>Alba Olivia</b>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1
<b>Eva</b>	0	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	0
<b>Alicia</b>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0
<b>Marc</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>Daniel</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1	0
<b>Sheila</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0
<b>Eder</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	1	0
<b>Andrea</b>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0
<b>Hajweria</b>	0	1	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>Emma</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>Daniel</b>	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	1	0
<b>David</b>	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0
<b>TOTAL</b>	1	70	42	18	11	69	69	70	24	39	36	14	60	8

## ANNEX 5

COAVALUACIÓ		
NOM	nota coavaluació	nota docent
Gisenia	3	2
Marc	4	3
Clara	3	2
Victor	4	2
Ivan	4	2
Iván	4	3
Dani	4	2
Abril	2	2
Adria	4	2
Adrian	3	3
Adrian	4	2
Ainoha	2	2
Alba	X	3
Amanda	4	3
Balram	4	3,5
Carlos	3	3
Crista	3	2
Dani	4	3
Indira	4	3
Erik	3	2
Erika	3	2
Farah	4	3
Hugo	4	2
Iris	3	3

Isabella	2	2
Izan	3	3
Julia	3	2
Luis	4	4
Marko	4	3
Maryam	2	2
Miguel Angel	2	1
Paula	3	3,5
Rocio	3	3,5
Veronica	3	2
Cristina	3	2,5
Noa	4	3
Maria	2	2,5
Marta	2	1
Aithor	3	2
Victor	-	2,5
evelyn	2	2,5
Judith	4	3
Jordi	3	2
Anna	2	1,5
Joel	3	2
Noemi	4	2,5
Erik	4	3,5
Aimar	4	3
Ismael	2	1
Javi	4	3

Emma	3	2
Marc	2	1
Noelia	3	4
Diana	2	2
David	4	4
Raul	4	3,5
Dídac	3	3,5
Sofia	3	3,5
Iker	3	3
Alba Olivia	3	2
Eva	2	2,5
Alicia	2	2,5
Marc	2	2,5
Daniel	2	2,5
Sheila	4	4
Eder	4	4
Andrea	3	2
Hajweria	3	2
Emma	4	3,5
Daniel	2	1,5
David	3	2

## ANNEX 6

NOM	comentari	comentari rellevant	connexió sinàptica	parts de la neurona			espai sinàptic	neurotransmissors	impuls nerviós
				soma	dendrites	axó			
Gisènia	1	0	4	1	1	1	3	1	5
Marc	0	0	1	1	1	1	1	1	5
Clara	1	1	1	1	1	1	2	1	3
Victor	1	0	3	1	1	1	3	1	5
Ivan	1	0	2	1	1	1	3	1	5
Iván	1	1	1	1	1	1	1	1	5
Dani	0	0	3	1	1	1	1	3	5
Abril	1	0	2	1	1	1	3	3	5
Adria	1	1	3	1	1	1	1	3	3
Adrian	1	1	1	1	1	1	1	3	6
Adrian	0	0	3	1	1	1	1	1	5
Ainoha	1	1	3	1	1	1	1	6	6
Amanda	1	1	1	1	1	2	1	1	5
Balram	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Carlos	1	1	1	1	1	1	1	2	3
Crista	0	0	3	1	1	1	3	3	5
Dani	1	1	1	1	1	1	3	1	6
Indira	0	0	1	1	1	1	1	1	3
Erik	1	1	1	1	1	1	2	5	6
Erika	0	0	1	1	1	1	2	2	6
Farah	0	0	1	1	1	1	1	3	3
Hugo	1	0	3	1	1	1	5	3	3
Iris	1	1	1	1	1	1	1	1	6
Isabella	0	0	2	1	1	1	6	1	5

Izan	1	0	2	1	1	1	1	1	5
Julia	1	1	1	1	1	1	6	1	1
Luis	1	1	1	1	1	1	1	1	6
Marko	1	0	3	1	1	1	1	1	3
Maryam	0	0	2	1	1	1	2	2	2
Miguel Angel	1	1	2	1	1	1	6	3	3
Paula	1	1	1	1	1	1	4	1	5
Rocio	1	1	1	1	1	1	1	1	6
Veronica	1	1	1	1	1	1	5	6	6
Cristina	1	1	1	1	1	1	1	4	1
Noa	1	1	1	1	1	1	5	1	4
Maria	1	1	1	1	1	1	5	6	5
Marta	1	0	3	1	6	1	6	5	5
Aithor	1	1	1	1	1	1	2	5	6
Victor	0	0	1	6	1	1	6	6	6
evelyn	1	0	1	1	1	1	1	5	5
Judith	1	0	1	1	1	1	5	5	5
Jordi	1	1	3	1	1	4	1	1	5
Anna	1	0	1	1	1	1	5	5	5
Joel	1	1	1	1	1	1	3	6	5
Noemi	0	0	1	1	1	1	5	5	5
Erik	0	0	3	1	1	1	1	5	3
Aimar	0	0	3	1	1	1	5	1	3
Ismael	1	0	2	1	1	1	6	6	6
Javi	0	0	3	1	1	1	3	1	3
Emma	1	1	3	1	1	1	1	6	5
Marc	1	1	2	6	6	6	5	6	5

<b>Noelia</b>	1	1	4	1	1	1	1	1	1
<b>Diana</b>	1	1	2	1	1	1	5	5	5
<b>David</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Raul</b>	1	0	1	1	1	1	1	1	1
<b>Dídac</b>	1	0	1	1	1	1	3	1	1
<b>Sofia</b>	1	0	1	1	1	1	1	6	1
<b>Iker</b>	1	0	1	1	1	1	1	6	1
<b>Alba Olivia</b>	1	1	2	1	1	1	3	5	5
<b>Eva</b>	0	0	3	1	1	1	1	1	3
<b>Alicia</b>	0	0	3	1	1	1	3	5	5
<b>Marc</b>	1	1	1	1	1	1	6	6	6
<b>Daniel</b>	1	1	1	1	1	2	4	1	1
<b>Sheila</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Eder</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Andrea</b>	1	0	3	1	1	1	5	5	5
<b>Hajweria</b>	1	0	2	1	1	1	5	1	5
<b>Emma</b>	1	0	1	1	1	1	5	5	5
<b>Daniel</b>	1	0	1	6	6	6	1	5	5
<b>David</b>	1	1	3	1	1	1	6	6	5

